# ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1930.

PRÉSIDENCE DE M. Léon LECORNU.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Einar Biilmann**, professeur de l'Université de Copenhague, président de l'Union internationale de la Chimie, et à M. **Stig Veibel**, professeur de l'Université de Copenhague, qui assistent à la séance.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que Mlle Hélène Boussinesq vient de faire don à l'Académie d'un buste de son parent, M. *Joseph Boussinesq*, par le sculpteur Jules Maes.

M. **R. Bourgeois**, faisant hommage à l'Académie d'un volume intitulé *La nouvelle Méridienne de France. Observations et calculs complémentaires* (*Mémorial du Service géographique de l'Armée*, t. III, Imprimerie du Service géographique de l'Armée, Paris, 1929), s'exprime en ces termes :

En 1870, il était décidé, à l'instigation du capitaine François Perrier, que, dans un but exclusivement scientifique, une nouvelle méridienne serait mesurée entre Dunkerque et Perpignan, se substituant à la chaîne établie par Delambre et Méchain à la fin du XVIIIe siècle.

Le Dépôt général de la Guerre engageait après 1871 cette longue opération que le Service géographique de l'Armée, qui lui succédait en 1887, menait à bonne fin en 1895.

Entreprise dès 1885, la publication des travaux était poursuivie de telle sorte qu'en 1902, toute la partie géodésique de l'œuvre, y compris une compensation par figures isolées, se trouvait traitée dans trois fascicules dont la réunion constitue le Tome XII du Mémorial du Dépôt.

Il restait à présenter les observations astronomiques et à discuter les résultats dans leur ensemble, ce qui devait être l'objet d'un dernier fascicule, très avancé dans sa préparation, lorsque éclata la guerre de 1914.

Après un arrêt forcé de plusieurs années, il devenait possible, les hostilités terminées, de reprendre ces travaux, mais alors on se trouvait devant une situation nouvelle : une brèche importante avait été ouverte dans la chaîne au nord de Paris. En mars 1918, la vague d'invasion allemande était venue déferler en Artois et en Picardie, jusque sur les crêtes que couronnaient les signaux en maçonnerie de la grande chaîne française. Au cours de la lutte d'artillerie engagée sur le front, plusieurs de ces cheminées avaient été rasées, mais, chose plus grave, le précieux repère définissant avec précision le centre géodésique avait disparu dans le bouleversement du sol.

Ainsi il était nécessaire de reconstituer la partie de la Méridienne détruite. Le Service géographique abordait cette restauration sans tarder davantage et il l'effectuait avec un très grand soin en apportant certaines améliorations au dispositif antérieur, notamment par la mesure d'une base intermédiaire près d'Albert (Somme). La chaîne se trouvait rétablie à la fin de 1927.

Ces délais étaient d'ailleurs mis à profit pour reprendre la compensation en groupant les figures par grands ensembles de manière à faire intervenir les quatre bases géométriques mesurées le long de la méridienne.

Tous les calculs terminés, le Service géographique passait enfin à l'impression du Tome III de son *Mémorial*, ouvrage qui fait l'objet de la présente Communication. Non seulement, ce tome expose tout ce qui a trait au segment restauré, mais il vient compléter les publications précédentes.

C'est ainsi qu'il donne le détail des observations astronomiques faites en 28 stations reliées directement à la chaîne et qui s'échelonnent de Dunkerque à Rivesaltes. En chacun de ces points, la latitude, un azimut et, en certains cas, une différence de longitude, ont été déterminés.

Ces 28 points peuvent se classer en trois catégories.

Six d'entre eux, choisis dans les environs de Paris, ont servi à contrôler la latitude et l'azimut que la Commission de la Carte d'État-Major, sous la présidence de Laplace, avait adoptés en 1817. Alors qu'une seule station eût pu suffire à la rigueur pour cet objet, on préféra en faire intervenir plusieurs en vue de s'assurer que les attractions locales étaient négligeables au point de départ.

En dehors de ces stations, observées toutes au cercle méridien de Brunner

grand modèle, neuf autres, d'une même précision, et disposées à environ 100$^{km}$ d'intervalle, viennent, avec le Panthéon, segmenter la Méridienne en un nombre égal d'arcs géodésiques partiels.

Enfin, on a été amené à faire, en dehors du programme initialement prévu, treize stations dans le Massif central. Dès l'achèvement des premiers calculs, j'avais constaté l'existence d'une sorte de cassure du géoïde à hauteur des monts d'Auvergne; la courbure moyenne de la section méridienne varie brusquement, en effet, quand on passe du nord au sud du Plateau central, comme si deux ellipsoïdes de forme bien différente se raccordaient près du parallèle moyen. C'est ainsi que, décidé à examiner cette curieuse anomalie avec plus de soin, je fis faire en 1906 et 1907 des observations complémentaires, à l'astrolabe à prisme et au théodolite à microscopes, dans toute la région montagneuse du centre de la France, ce qui me permit de confirmer, en les précisant, mes conclusions primitives. L'étude n'est qu'ébauchée; elle mérite à coup sûr d'être poursuivie.

Ajoutons que les calculs de la chaîne ont été faits, non plus sur l'ellipsoïde dit de la Carte de France, que Delambre avait déterminé, mais sur une surface de référence déduite d'arcs mesurés plus récemment; on a adopté l'ellipsoïde de Clarke de 1880, déjà retenu par le Service géographique en 1882 pour l'établissement des cartes définitives d'Algérie et de Tunisie.

Compte tenu de ces modifications, il a été procédé à diverses comparaisons fort intéressantes entre les éléments communs de l'ancienne et de la nouvelle chaîne, d'où il ressort que les mesures de Delambre et de Méchain étaient d'une précision excellente pour l'époque.

En résumé, le Tome III épuise la question. Tous les résultats intéressant la Méridienne se trouvent ainsi à la disposition des géodésiens : observations en plus de cent signaux de premier ordre et en de nombreuses stations astronomiques, mesure de quatre bases, compensations et calculs divers, ces travaux se répartissant d'ailleurs sur près de soixante-dix ans, si l'on fait état de déterminations dues à Yvon Villarceau et qui remontent à 1862.

La Méridienne de France, rappelons-le, constitue l'épine dorsale de la nouvelle triangulation française. Elle servira de base à toutes les déterminations géodésiques intéressant notre territoire. Le Service géographique, nous le constatons avec plaisir, s'emploie très activement à faire progresser le réseau dont il a entrepris la réfection. Déjà, les chaînes de premier ordre sont rétablies dans toute la région à l'est de la Méridienne fondamentale : les parallèles d'Amiens, de Lyon et d'Avignon, ont été poussés jusqu'à la

frontière, traversés par la méridienne de Lyon, qui s'étend entre la Belgique et Marseille. Le canevas de détail lui-même, dont les premiers travaux remontent à 1898, a pris un important développement au cours des dernières campagnes, notamment dans les départements du Nord et du Nord-Est, qui seront tous prochainement couverts d'une triangulation entièrement nouvelle.

PHOTOCHIMIE. — *Phénomènes de luminescence chez les satellites du rubrène. Deux hydrocarbures phosphorescents : le corps dit* « brun » *et le corps jaune.* Note (1) de MM. **Charles Moureu, Charles Dufraisse** et **Pierre Lotte.**

La réaction génératrice du rubrène donne naissance en même temps à plusieurs autres corps, les satellites du rubrène. Nous nous sommes naturellement préoccupés de rechercher chez eux la propriété fondamentale du rubrène, l'oxydabilité réversible; d'autant que, mise à part la communauté d'origine, plusieurs se rapprochent de cet hydrocarbure par leur composition centésimale.

Ces expériences n'ont révélé chez aucun la propriété cherchée, mais elles ont permis de rencontrer des phénomènes de luminescence intéressants chez deux d'entre eux qui ont reçu, à cause de leurs teintes, les noms de corps brun et de corps jaune.

*a. Le corps dit brun et le corps jaune.* — D'après l'ensemble de leur étude chimique, ces corps sont des hydrocarbures de formule probable $C^{42}H^{30}$, et par conséquent isomériques. A part les modalités de leurs luminescences, ils ont entre eux les plus grandes ressemblances, au point que la question se pose, et n'a pas été encore entièrement élucidée, de savoir s'ils ne constituent pas une espèce chimique unique. En tout cas, la différence des colorations n'est qu'apparente : la teinte du corps dit brun est due à une impureté qu'il retient énergiquement en dépit de nombreux lavages et recristallisations, mais qui est détruite par la lumière, et le corps dit brun est en réalité jaune, tout comme l'autre (2). L'analyse a démontré

(1) Séance du 13 janvier 1930.

(2) Le qualificatif de « brun », qui rappelle l'apparence sous laquelle ce corps se présente avant irradiation, est maintenu provisoirement pour permettre de distinguer l'un de l'autre les deux hydrocarbures, jusqu'à ce que soit réglée la question de leur individualité.

en outre, chez le même corps, la présence d'une petite quantité d'impureté minérale.

*b. Luminescence du corps dit brun.* — Exposée à la lumière solaire, la solution dans le benzène du corps dit brun acquiert la propriété d'émettre de la lumière par un léger chauffage : plongée, par exemple, dans un bain à 80°, toute la masse liquide devient lumineuse puis s'éteint peu à peu.

Le phénomène n'a pas lieu sans irradiation préalable.

De l'étude qui en a été faite ressortent les faits suivants :

L'irradiation détruit l'impureté brune mentionnée ci-dessus sans paraître modifier le produit autrement que dans sa coloration.

L'émission de lumière n'est pas liée à cette destruction du colorant brun, puisque, après cette destruction, la liqueur conserve la propriété d'être activée par de nouvelles irradiations.

Elle n'est pas liée non plus à la formation d'un oxyde, soit stable comme dans certaines autoxydations luminescentes (phosphore, par exemple), soit dissociable comme avec le rubrène.

La luminescence du corps brun ne peut être excitée par irradiation qu'en solution ; les cristaux de corps brun ne sont pas sensibles à la lumière. Mais une fois créée par irradiation des solutions, la matière luminescente peut être amenée à l'état solide par évaporation du solvant à froid sans perdre son pouvoir émetteur.

*c. Luminescence du corps jaune.* — Le corps jaune manifeste lui aussi une luminescence par léger chauffage après exposition à la lumière ; mais, à l'inverse du corps brun, c'est sous la forme solide et non en solution que doit avoir lieu l'irradiation.

Cette importante particularité mise à part, les deux luminescences paraissent avoir de grandes analogies, et l'on doit se demander si les différences observées ne sont pas imputables aux impuretés.

*d. Nature du phénomène.* — Actuellement, il n'est pas absolument exclu que l'oxygène ne joue aucun rôle. Cette réserve faite, le phénomène semble s'apparenter aux phosphorescences, surtout si on l'observe chez le corps jaune qui, après une irradiation suffisamment intense, se montre *déjà lumineux dès la température ordinaire.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratation catalytique des alcools forméniques par les bisulfates alcalins.* Note de MM. **Jean-Baptiste Senderens** et **Jean Aboulenc**.

I. Tandis que, par déshydratation catalytique, au moyen des bisulfates alcalins, les alcools *aromatiques* fournissent des *éthers-oxydes* et les alcools *hydroaromatiques* des carbures ([1]), les alcools *forméniques* donnent, selon la température à laquelle on opère, des éthers-oxydes ou des carbures, à moins qu'ils ne donnent à la fois l'un et l'autre de ces deux composés.

A vrai dire, ceci ne se réalise que pour le bisulfate de sodium, car le bisulfate de potassium ne paraît pas réagir sensiblement sur les alcools forméniques, alors que vis-à-vis des alcools aromatiques et hydro-aromatiques son activité est notable, bien qu'inférieure à celle du $SO^4HNa$ ([2]).

Dans cette catalyse des alcools forméniques, le bisulfate de sodium, par les termes de la réaction, se rapproche de l'acide sulfurique ([3]). Il s'en rapproche encore en ce que son activité déshydratante ne s'exerce qu'à partir d'une certaine température.

Avec l'acide sulfurique il est toujours possible d'atteindre cette température par l'emploi de proportions convenables de cet acide ([4]).

Il n'en est plus de même avec le bisulfate de sodium dont les variations de poids employé n'apportent qu'une modification négligeable dans les points d'ébullition des alcools.

De là vient que la déshydratation par $SO^4HNa$ n'a pu s'effectuer pour les alcools méthylique, éthylique, propylique, isopropylique, isobutylique dont les points d'ébullition sont compris entre 66° et 108°, et qui, mis à chauffer avec le bisulfate de sodium, distillent simplement sans donner ni éther ni carbure.

II. Nous avons employé des poids de bisulfate de sodium comparables aux poids d'acide sulfurique reconnus les plus favorables pour la déshydratation des alcools forméniques et qui allaient en décroissant à mesure qu'augmentait le poids moléculaire de l'alcool ([5]).

---

([1]) Cf. J.-B. Senderens, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 1102, et **188**, 1929, p. 1073.
([2]) Cf. *Comptes rendus*, *loc. cit.*
([3]) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1015, et **181**, 1925, p. 698.
([4]) *Ibid.*
([5]) Cf. *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1015 à 1018, et **181**, 1925, p. 698 à 700.

*a. Alcool isoamylique* $(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2OH$. — Mis à bouillir (130-132°) avec 30 pour 100 de bisulfate de sodium fondu ou cristallisé il donne des amylènes qui distillent au-dessous de 40° et de l'oxyde d'isoamyle bouillant à 170°.

La réaction se fait donc d'après les équations

$$C^5H^{11}OH = C^5H^{10} + H^2O,$$
$$2C^5H^{11}OH = (C^5H^{11})^2O + H^2O.$$

Le rendement en éther-oxyde correspond aux 35 pour 100 de la théorie au lieu des 60 pour 100 que fournit la catalyse du même alcool par l'acide sulfurique.

*b. Pentanol*$_2$ $CH^3.CHOH.CH^2.CH^2.CH^3$. — L'ébullition (118-120°) de cet alcool avec 15 pour 100 de bisulfate de sodium a donné un distillat de pentènes, tandis que du liquide du ballon on a retiré de l'oxyde de pentyle bouillant à 160-162° et correspondant aux 42 pour 100 du rendement théorique, comme dans la catalyse du pentanol$_2$ par l'acide sulfurique.

*c. Octanol*$_2$ $CH^3(CH^2)^5CHOH.CH^3$. — Cet alcool qui bout à 179°, chauffé avec 10 pour 100 de bisulfate de sodium, à la température de 140-145°, s'est décomposé en octène, ou caprylène bouillant à 124° et en oxyde d'octyle secondaire bouillant à 262-263°, avec un rendement peu différent de celui que donne l'acide sulfurique et représentant les 37 pour 100 de la théorie.

III. Les alcools dont il vient d'être question donnent, avec le bisulfate de sodium, un mélange de carbure et d'oxyde.

Il n'en est plus de même pour les alcools suivants qui, selon la température, fournissent exclusivement soit l'un, soit l'autre de ces deux composés. Leur décomposition exige moins de bisulfate de sodium que les alcools précédents; elle se fait plus régulièrement qu'avec l'acide sulfurique et donne, en éther-oxyde, des rendements sensiblement plus élevés.

*a. Alcool heptylique normal* $CH^3(CH^2)^5CH^2OH$. — A la température de 145° et avec 7 pour 100 de bisulfate de sodium nous avons obtenu 80 pour 100 d'oxyde d'heptyle bouillant à 260-262° avec des traces seulement de carbure, tandis qu'à partir de 175°, point d'ébullition de l'alcool, il ne se forme que de l'heptylène, bouillant à 96-98°.

On a donc à 145° la réaction

$$2CH^3(CH^2)^5CH^2OH = [CH^3(CH^2)^5CH^2]^2O + H^2O,$$

tandis qu'à 175° et au-dessus on a

$$C^7H^{15}OH = C^7H^{14} + H^2O.$$

*b*. *Alcool cétylique* (éthal) $CH^3(CH^2)^{14}CH^2OH$. — Avec le même poids, 7 pour 100, de bisulfate de sodium et à la température de 145° on n'a que de l'oxyde de cétyle $(C^{16}H^{33})^2O$ sous la forme de paillettes blanches, fusibles à 55°.

A partir de 250° il se produit exclusivement du cétène $C^{16}H^{32}$, bouillant à 274-276°.

M. Ch. Fabry fait hommage à l'Académie d'un volume de M. H. Volkringer, intitulé *Les étapes de la Physique*, dont il a écrit la *Préface*.

M. **A.** Cotton fait hommage à l'Académie d'un ouvrage de M. G. Bruhat, *Traité de Polarimétrie*, dont il a écrit la Préface. Ce livre, qui fait partie de la Collection de la *Revue d'Optique*, ne contient pas seulement l'étude détaillée des procédés polarimétriques employés dans l'industrie, mais aussi celle des instruments qui n'ont servi encore que dans les Laboratoires de recherches. On y trouve également, envisagés du point de vue expérimental, tous les résultats importants donnés par les recherches sur les liquides doués du pouvoir rotatoire, sur les cristaux actifs et sur la polarisation rotatoire magnétique. Une bibliographie très complète termine le volume.

L'auteur ne s'est pas borné au cas des milieux transparents; il étudie notamment le phénomène du dichroïsme circulaire. La synthèse asymétrique par la lumière polarisée circulairement, qui a été réalisée pendant l'impression de l'ouvrage, montre l'intérêt des recherches sur ce phénomène, recherches nécessaires pour une étude polarimétrique vraiment complète.

M. **M.** Caullery fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *L'Évolution en Biologie* (1) et contenant trois exposés par MM. E. Guyénot, P. Rivet et lui-même. Ces exposés ont servi de base à des discussions qui ont eu lieu en mai dernier au *Centre international de synthèse*. L'Évolution y est envisagée dans ses lignes générales, dans les aspects qui dérivent des données expérimentales de la Génétique et enfin dans le cas particulier des données relatives à l'espèce humaine.

(1) Publications du Centre international de Synthèse, fasc. I, 1929, 83 pages, 20cm (Paris, La Renaissance du Livre).

## ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un membre de la Section de Chimie en remplacement de M. *Ch. Moureu* décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 51,

| | | |
|---|---|---|
| M. Marcel Delépine obtient | ........... | 24 suffrages |
| M. Robert Lespieau » | ........... | 23 » |
| M. Edmond Blaise » | ........... | 2 » |
| M. Marc Tiffeneau » | ........... | 1 » |

Il y a 1 bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, le nombre de votants étant 52,

| | | |
|---|---|---|
| M. Marcel Delépine obtient | ........... | 31 suffrages |
| M. Robert Lespieau » | ........... | 20 » |

Il y a 1 bulletin blanc.

M. **Marcel Delépine**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

## CORRESPONDANCE.

L'**Université libre de Bruxelles** adresse à l'Académie l'expression de ses condoléances à l'occasion du décès de M. *A. Rateau*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Eugène Bloch. *L'ancienne et la nouvelle théorie des quanta*. (Présenté par M. M. Brillouin.)

2° E. Guyénot. *La Variation et l'Évolution*. Tome I : *La Variation*. (Présenté par M. M. Caullery.)

3° *Tout le corps humain*. Encyclopédie illustrée des connaissances médicales, publiée sous la direction de HENRI BOUQUET. Tomes I et II. (Présenté par M. Ch. Achard.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les points unis des involutions cycliques appartenant à une surface algébrique*. Note de M. **L. GODEAUX**.

Soit $I_p$ une involution cyclique d'ordre premier $p = 2\nu + 1$, appartenant à une surface algébrique F et n'ayant qu'un nombre fini de points unis. On peut toujours prendre comme modèle projectif de F une surface d'ordre $pn$, de $S_R$, sur laquelle $I_p$ est engendrée par une homographie H de période $p$, possédant $p$ *axes* (espaces linéaires dont tous les points sont unis). Un seul $S^{(0)}$ de ces axes rencontre la surface F et les points de rencontre sont les points unis de $I_p$. Les hyperplans passant par les autres axes découpent sur F un système linéaire $|C|$ dépourvu de points-base, de dimensions $r < R$, composé au moyen de $I_p$. En rapportant projectivement les courbes C aux hyperplans d'un espace $S_r$, F se transforme en une surface $\Phi$, d'ordre $n$, image de l'involution $I_p$. On peut d'ailleurs supposer $r$ aussi grand que l'on veut.

Considérons un point uni P et soit $\varpi$ le plan tangent à F en ce point. Si le plan $\varpi$ coupe suivant une droite un axe de H distinct de $S^{(0)}$, P est un point uni parfait; s'il rencontre deux axes $S^{(1)}$, $S^{(2)}$ de H, distincts de $S^{(0)}$, respectivement en $P'_1$, $P'_2$, P est un point uni non parfait. Voici quelques résultats que nous avons obtenus dans ce dernier cas.

Projetons F de P sur un hyperplan uni de H ne passant pas par P; nous obtenons une surface F' d'ordre $pn - 1$ et à $I_p$ correspond sur F' une involution $I'_p$ dont $P'_1$, $P'_2$ sont des points unis.

Les courbes C passant par P se distribuent en $\nu + 1$ systèmes linéaires $|C_1|, |C_2|, \ldots, |C_{\nu+1}|$ de dimensions respectives $r-1, r-2, \ldots, r-\nu-1$. Les courbes $C_1, C_2, \ldots, C_\nu$ ont en P des multiplicités $\alpha_1 < \alpha_2 < \ldots < \alpha_\nu < p$ et des tangentes fixes $PP'_1$, $PP'_2$. Les courbes $C_{\nu+1}$ ont en P un point multiple d'ordre $p$ à tangentes variables. En rapportant projectivement les courbes $C_i$ aux hyperplans d'un espace linéaire à $r-i$ dimensions, on obtient une surface $\Phi_i$ image de $I_p$, qui est une projection de la surface $\Phi$ à partir d'un espace passant par le point P' qui correspond à P sur cette surface.

La surface $\Phi_{\nu+1}$ contient une droite dont les points correspondent aux groupes de $I_p$ infiniment voisins du point P. La surface $\Phi_\nu$ contient deux

droites qui correspondent aux points $P'_1$, $P'_2$ de F'. Les projections $C'_\nu$ des courbes $C_\nu$ à partir de P sur F' passent simplement par $P'_1$, $P'_2$ et ont en ces points avec la droite $P'_1$, $P'_2$ des contacts d'ordres respectifs $k$ et $p-k-1$. Le point P est multiple d'ordre $p-1$ pour les courbes $C_\nu$.

Si les points $P'_1$, $P'_2$ sont des points unis parfaits de l'involution $I'_p$, on a $p=3$ et P' est un point double biplanaire ordinaire de Φ.

Si $P'_1$ est un point uni parfait et $P'_2$ un point uni non parfait de $I'_p$, on a $\alpha_1=\nu+1$, ..., $\alpha_i=\nu+i$, ..., $\alpha_\nu=2\nu=p-1$. Les projections $C'_i$ des courbes $C_i$ à partir de P sur F' ont un point $(\nu-i)$-uple à tangentes variables en $P'_1$ et ont des tangentes fixes en $P'_2$. Les courbes $C_i$ ont en P la multiplicité $\nu+i$ et $\nu$ tangentes confondues avec $PP'_1$, $i$ tangentes confondues avec $PP'_2$. La surface Φ possède en P' un point multiple d'ordre $\nu+1$ et le cône tangent à la surface en ce point est formé d'un cône rationnel d'ordre $\nu$ et d'un plan ne contenant qu'une génératrice du cône ($r$ étant suffisamment grand).

Retournons au cas général. Le nombre de branches (ou cycles), d'origine P d'une courbe $C_1$, est égal au nombre de branches d'origine P' de la section hyperplane homologue de la surface Φ. De plus, deux branches homologues ont même ordre et mêmes rangs successifs. La multiplicité du point P' pour la surface Φ est donc égale à la multiplicité du point P pour les courbes $C_1$, et le cône des tangentes à cette surface en P' se scinde en deux parties.

GÉOMÉTRIE. — *Sur certaines congruences normales.* Note de M. **P. Vincensini**.

En étudiant certains systèmes cycliques dans leurs relations avec les surfaces à courbure totale constante négative, j'ai été conduit aux observations suivantes que je me permets de signaler.

Envisageons les congruences rectilignes normales (C) qu'une transformation par polaires réciproques par rapport à une sphère laisse normales.

Ces congruences dépendent d'une équation aux dérivées partielles du deuxième ordre à laquelle on peut donner une forme simple invariante. Si l'on prend comme surface de départ d'une congruence (C) le lieu des pieds des perpendiculaires abaissées de l'origine O (centre de la sphère de transformation) sur ses différents rayons, dont les équations sont comme on sait

$$x=\Delta(M, X), \quad y=\Delta(M, Y), \quad z=\Delta(M, Z)$$

(X, Y, Z = cosinus directeurs d'un rayon quelconque de la congruence, M = fonction des deux variables $u$, $v$ qui fixent le rayon), l'équation déterminant M est

$$\Delta_{22} M + \Delta_1 M = 0,$$

$\Delta_1$ et $\Delta_{22}$ étant les paramètres différentiels de Beltrami relatifs au $ds^2$ de la représentation sphérique de la congruence.

Soient (C) et (C') deux congruences réciproques; D et D' deux rayons homologues. Si $\Delta$ est l'homothétique de D dans l'homothétie de centre O et de rapport 1:2, l'ensemble des droites $\Delta$ constitue une congruence normale de l'espèce étudiée. Le cercle ($\sigma$) inverse de $\Delta$ dans l'inversion de pôle O et de puissance $\rho^2$ ($\rho$ = rayon de la sphère de transformation) passe par O et a D' pour axe. L'ensemble des cercles ($\sigma$) est un système cyclique, dont la congruence des axes (C') est *normale*. (C') est donc une congruence rectiligne *cyclique normale*. Il en est de même pour (C). Il est clair d'ailleurs que toute congruence cyclique normale, dont les cercles passent par O, est une congruence (C). Ceci donne une nouvelle définition aux congruences rectilignes envisagées.

Cette définition présente un certain intérêt.

On sait que les congruences rectilignes cycliques normales sont celles admettant pour image sphérique de leurs développables l'image des lignes de courbure d'une surface à courbure totale constante négative. A toute congruence rectiligne cyclique normale on peut faire correspondre une surface pseudosphérique.

Pour avoir toutes les surfaces pseudosphériques, il n'est pas nécessaire d'envisager toutes les congruences cycliques normales. *La considération des seules congruences* (C) *suffit*. Cette assertion se vérifie soit analytiquement, soit géométriquement. Je me borne à indiquer le résultat que laisse d'ailleurs prévoir la forme du second ordre de l'équation des congruences (C).

La connaissance d'une surface pseudosphérique ($\Sigma$) entraîne celle de la congruence (C) correspondante. En envisageant la réciproque (C') de (C), on voit que l'on peut déduire de ($\Sigma$) une autre surface pseudosphérique ($\Sigma'$). ($\Sigma$) et ($\Sigma'$) se correspondent évidemment par orthogonalité des plans tangents et par lignes de courbure.

La transformation de ($\Sigma$) en ($\Sigma'$) est identique au fond à celle de Bianchi. Il m'a semblé intéressant de la présenter sous ce nouvel aspect.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Systèmes de cercles, de sphères, d'hypersphères.* Note de M. **Bertrand Gambier.**

1. On sait que les $\infty^{n+1}$ hypersphères de l'espace euclidien $E_n$ à $n$ dimensions correspondent biunivoquement aux droites issues de l'origine dans l'espace euclidien $E_{n+2}$; les coordonnées $(n+2)$-sphériques de Darboux manifestent cette correspondance : l'angle de 2 hypersphères est égal à celui des droites images et une transformation du groupe conforme de $E_n$ est remplacée par une substitution orthogonale de $E_{n+2}$ avec conservation de l'origine. C'est surtout pour $n=3$ que cette méthode a été employée; $n=2$ donnerait d'une part les cercles du plan, d'autre part les coordonnées tétracycliques; pour $n=1$, on aurait à étudier d'une part le *couple* de points $(x-a)^2-b^2=0$, de *centre a* et *diamètre b*, de l'autre le système des droites issues de l'origine dans l'espace ordinaire; mais l'étude d'un couple de points paraissant tellement simple, on pourrait craindre de commettre une maladresse en substituant à ce couple un rayon de $E_3$ : je partagerais peut-être encore cette façon de voir si l'étude de la configuration de Petersen-Morley de 10 droites concourantes ne m'avait peu à peu conduit à l'explication la plus simple connue jusqu'ici des propriétés des cercles paratactiques, dans un Mémoire en cours d'impression au *Journal de Mathématiques*. Je vais montrer comment on peut généraliser dans un espace $E_n$ quelconque $(n \geq 3)$ la configuration de Petersen-Morley et en déduire un système de $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$ hypersphères de l'espace $E_{n-2}$ telles que chacune soit orthogonale à $\frac{n(n-1)}{2}$ autres.

2. Dans $E_3$, soient 3 droites A, B, C issues de O, puis A′, B′, C′ les perpendiculaires élevées en O sur les plans respectifs (BC), (CA), (AB); il est bien connu que les plans AA′, BB′, CC′ concourent suivant une droite H; soient A″ la droite d'intersection des plans BC, B′C′; B″ analogue pour CA, C′A′, puis C″ pour AB, A′B′. Les 10 droites A, B, C, A′, B′, C′, A″, B″, C″, H forment la configuration de Petersen-Morley et chacune joue un rôle symétrique, de sorte que cette configuration peut être obtenue à partir de l'un ou l'autre des 10 trièdres, répartis par couples de trièdres supplémentaires.

3. Dans $E_n (n > 3)$ prenons $n$ droites $A_1, A_2, \ldots, A_n$, issues de O, de paramètres directeurs $(u_1, v_1, w_1, \ldots, h_1), (u_2, v_2, \ldots, h_2), \ldots$, en axes

rectangulaires; écartons le cas où deux rayons seraient rectangulaires; soient $\Delta$ le déterminant $|u_1 u_2 \ldots u_n|$ et $U_i$, $V_i$, $W_i$, ..., $H_i$ les coefficients de la $i^{\text{ième}}$ colonne du déterminant adjoint : ce sont les paramètres directeurs de la droite $A'_i$ issue de O perpendiculairement aux droites primitives autres que $A_i$; cette fois les plans à 2 dimensions $A_1 A'_1$, $A_2 A'_2$, ..., $A_n A'_n$ n'ont pas, *en général*, de rayon H commun à eux tous (ni même à deux d'entre eux); si l'on pose $(ij) = u_i u_j + v_i v_j + \ldots$ les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il existe un tel rayon H sont $(ij)(kl) = (ik)(jl) = (il)(jk)$, en appelant $i, j, k, l$ quatre *quelconques* des nombres 1, 2, ..., $n$, *distincts* les uns des autres; on vérifie aisément que ces conditions sont en nombre $\frac{(n-1)(n-2)}{2} - 1$. Si l'on suppose $u_i^2 + v_i^2 + \ldots + h_i^2 = 1$, quel que soit $i$, on a $(ij) = \cos(A_i, A_j)$. D'autre part $\mathbf{A}_i$ désignant le vecteur d'origine O et composantes $(u_i, v_i, \ldots, h_i)$, on a

$$\mathbf{H} = \lambda_1 \mathbf{A}_1 + \mu_1 \mathbf{A}'_1 = \lambda_2 \mathbf{A}_2 + \mu_2 \mathbf{A}'_2 = \ldots = \lambda_n \mathbf{A}_n + \mu_n \mathbf{A}'_n,$$

et l'égalité vectorielle $\lambda_1 \mathbf{A}_1 - \lambda_2 \mathbf{A}_2 = \mu_2 \mathbf{A}'_2 - \mu_1 \mathbf{A}'_1$, avec les égalités analogues, prouvent que chaque plan à deux dimensions $(A_i A_j)$ a un rayon commun avec le plan $(A'_i A'_j)$, rayon que je représenterai par la notation $(A_i A_j, A'_i A'_j)$. Le rayon H est perpendiculaire aux $\frac{n(n-1)}{2}$ rayons $(A_i A_j, A'_i A'_j)$; $A_1$ est perpendiculaire aux rayons $A'_2$, ..., $A'_n$ et aux rayons $(A_i A_j, A'_i A'_j)$ où $i$ et $j$, cette fois, sont distincts de 1; la droite $(A_1 A_2, A'_1 A'_2)$ est perpendiculaire aux rayons $A_3$, $A_4$, ..., $A_n$, $A'_3$, ..., $A'_n$, H et aux rayons $(A_i A_j, A'_i A'_j)$ où $i$ et $j$, cette fois, sont distincts de 1 et 2; c'est la configuration annoncée de $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$ droites; chaque droite y joue le même rôle que les autres; l'ensemble, tenu compte des conditions géométriques, ne possède plus que $n$ invariants.

4. Je traduis cela en langage ordinaire pour 5 sphères $S_1$, $S_2$, $S_3$, $S_4$, $S_5$; $S'_i$ est la sphère orthogonale aux $S_j (j \neq i)$; *en général* chaque cercle $(S_i, S'_i)$ n'est pas sur une même sphère avec un autre cercle analogue $(S_j, S'_j)$. Il y aurait lieu d'étudier en détail l'ensemble de ces cinq cercles; moyennant 5 conditions angulaires simples, les cinq cercles sont sur une même sphère $\Sigma$; dans ce cas on trouve dix nouvelles sphères contenant les couples tels que $(S_1, S_2)$ et $(S'_1, S'_2)$, l'ensemble forme la configuration parfaitement symétrique des 21 sphères dont chacune est orthogonale à 10 autres.

De même, dans le plan, quatre cercles $C_1$, $C_2$, $C_3$, $C_4$, réunis au système *supplémentaire* $C'_1$, $C'_2$, $C'_3$, $C'_4$ donnent quatre couples de points $(C_1, C'_1)$,

$(C_2, C'_2)$, $(C_3, C'_3)$, $(C_4, C'_4)$ dont deux, *en général*, ne sont pas sur un même cercle. Moyennant deux conditions angulaires, les 8 points sont sur un même cercle; on trouve alors 15 cercles dont chacun est orthogonal à 6 autres.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de Bessel du troisième ordre*. Note de M. **Pierre Humbert**, transmise par M. Appell.

Définissons les *fonctions de Bessel du troisième ordre*, $J_{m,n}(x)$, à partir des fonctions hypergéométriques triconfluentes du troisième ordre, par l'égalité

$$J_{m,n}(x) = \frac{x^{m+n}}{3^{m+n}\,\Gamma(m+1)\,\Gamma(n+1)}\,{}_0F_2\left(m+1, n+1; -\frac{x^3}{27}\right).$$

Cette fonction possède d'intéressantes propriétés, que je développerai dans un autre Recueil, et qui généralisent celles des fonctions de Bessel ordinaires. Énonçons ici les plus importantes.

*a*. *Fonction génératrice*. — On aura

$$e^{\frac{x}{3}\left(u+v-\frac{1}{uv}\right)} = \sum_{m}^{\infty} \sum_{n}^{\infty} u^m v^n J_{m,n}(x).$$

C'est la généralisation de la formule de Schlömilch.

*b*. *Expression par une intégrale double*. — Si l'on considère les fonctions de deux variables définies, d'après M. Appell, par le développement

$$e^{j\theta+j^2\varphi} = P(\theta, \varphi) + j\,R(\theta, \varphi) + j^2\,Q(\theta, \varphi)$$

(avec $j^3 = 1$), la fonction la plus simple, $J_{0,0}$, sera représentée, à un facteur constant près et dans un champ convenable, par l'intégrale

$$\int\int e^{-xP(\theta,\varphi)}\,d\theta\,d\varphi.$$

On rapprochera cette expression de l'intégrale simple

$$\int e^{-ix\sin\theta}\,d\theta,$$

qui représente la fonction $J^0(x)$. On sait d'ailleurs que les fonctions P, Q, R sont de véritables généralisations (à deux variables et pour le troisième ordre) des fonctions circulaires.

Des intégrales analogues existent pour $J_{m,n}(x)$.

*c*. De même que les fonctions de Bessel s'introduisent, en même temps que les fonctions circulaires, comme solutions de l'équation

$$\Delta_2 U + U = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + U = 0.$$

les fonctions de Bessel du troisième ordre s'introduisent, jointes aux fonctions P, Q, R, comme solutions de l'équation

$$\Delta_3 U + U = \frac{\partial^3 U}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 U}{\partial y^3} + \frac{\partial^3 U}{\partial z^3} - 3\frac{\partial^3 U}{\partial x\, \partial y\, \partial z} + U = 0.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les classes de dimensions.* Note de M. K. **Kunugui**, présentée par M. Hadamard.

C'est M. Fréchet qui a premièrement donné en 1909 une définition de dimensions indépendante de la notion de coordonnée. Mais après que Poincaré en a présenté en 1912 une idée plus intuitive, on s'est beaucoup occupé à la préciser pour obtenir une définition plus nette.

En se servant des notions acquises par le progrès de la théorie des ensembles (¹), MM. Brouwer, Menger et Urysohn ont réussi à définir le nombre de dimensions d'une manière satisfaisante.

Un problème posé par M. Fréchet nous a conduit à trouver des classes d'ensembles qui peuvent être regardées comme une nouvelle définition des dimensions. Celles-ci possèdent plusieurs des propriétés de dimensions signalées par Urysohn, Menger, Alexandroff, etc., tout en gardant les principaux avantages des « types de dimensions » de M. Fréchet, savoir : quand la définition de Poincaré s'applique, elles donnent une classification des ensembles plus détaillée que la sienne, et d'autre part, elles permettent de prolonger cette classification détaillée dans les espaces fonctionnels de dimensions infinies.

Considérons une famille F d'ensembles d'un espace distancié (²) R donné d'avance. Nous dirons que F est *une famille régulière* quand elle satisfait aux trois conditions suivantes :

---

(¹) Surtout les notions de distance et de voisinage.

(²) Pour la terminologie, nous renverrons à l'ouvrage *Les Espaces abstraits* de M. Fréchet (Gauthier-Villars, 1928).

1° Avec un ensemble $\mathfrak{A}$ de F, F contient tous les ensembles de R homéomorphes à $\mathfrak{A}$.

2° Avec un ensemble $\mathfrak{A}$ de F, F contient tous les sous-ensembles de $\mathfrak{A}$.

3° Avec une suite d'ensembles $\mathfrak{A}_1, \mathfrak{A}_2, \mathfrak{A}_3, \ldots$ de F, F contient aussi la somme $A = \mathfrak{A}_1 + \mathfrak{A}_2 + \mathfrak{A}_3 + \ldots$ si tous les $\mathfrak{A}_n$ sont fermés dans la somme A (¹).

On voit que les ensembles de dimensions au plus égales à $n$ au sens de Poincaré-Menger-Urysohn forment une famille régulière. Aussi les ensembles de dimensions rationnelles de Hurewicz au plus égales à $n$ et en particulier les ensembles dénombrables forment une famille régulière. La famille de tous les ensembles discontinus est aussi régulière.

Le produit de deux familles régulières est aussi une famille régulière. Et l'on voit qu'étant donné un ensemble M quelconque, il existe une famille F(M) qui est la plus petite de celles qui sont régulières et qui contiennent M. Nous l'appelons une famille régulière *engendrée* par l'ensemble M.

Parmi les éléments N de F(M) engendrée par M, ceux qui satisfont à l'identité

$$F(N) = F(M)$$

forment une classe d'ensembles déterminée par M et que nous désignons par $\partial M$. Ces classes peuvent être regardées comme des dimensions intercalées dans celles de Poincaré-Menger-Urysohn quand il s'agit des dimensions finies et comprennent celles de Fréchet. Elles jouissent de plusieurs de leurs propriétés fondamentales.

Mais tout d'abord définissons l'ordre des classes. Étant donnés deux ensembles $\mathfrak{A}$ et $\mathfrak{B}$, on dit que la classe de $\mathfrak{A}$ est égale, supérieure ou inférieure à celle de $\mathfrak{B}$ suivant que $F(\mathfrak{A})$ coïncide avec $F(\mathfrak{B})$, que $F(\mathfrak{B})$ est une vraie partie de $F(\mathfrak{A})$, ou que $F(\mathfrak{A})$ est une vraie partie de $F(\mathfrak{B})$. Si chacune des familles $F(\mathfrak{A})$ et $F(\mathfrak{B})$ a au moins un élément qui n'appartient pas à l'autre, on dit que les deux classes $\partial\mathfrak{A}$ et $\partial\mathfrak{B}$ sont incomparables. Nous représentons les trois premiers cas par les notations $\partial\mathfrak{A} = \partial\mathfrak{B}$, $\partial\mathfrak{A} > \partial\mathfrak{B}$ et $\partial\mathfrak{A} < \partial\mathfrak{B}$ et nous disons qu'elles sont comparables. De la définition on déduit immédiatement que $\mathfrak{A} \supset \mathfrak{B}$ entraîne $\partial\mathfrak{A} \geq \partial\mathfrak{B}$.

Voyons les relations entre les types de dimensions $\partial\mathfrak{A}$ de Fréchet et nos classes d'ensembles. Le type de dimensions peut être défini par le même procédé que notre classe en partant de la famille F qui satisfait à (1) et (2) sans imposer la condition (3). Et l'on constate :

(¹) On dit qu'un sous-ensemble B d'un ensemble A est fermé dans A lorsque $B \supset B'.A$.

(I). Pour que deux ensembles $\mathfrak{A}$ et $\mathfrak{B}$ satisfassent à $\delta\mathfrak{A} \geqq \delta\mathfrak{B}$, il faut et il suffit qu'il existe une suite de sous-ensembles $\mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2, \mathfrak{B}_3, \ldots$ de $\mathfrak{B}$ dont la somme soit égale à $\mathfrak{B}$, $\sum_k \mathfrak{B}_k = \mathfrak{B}$, tels que tous les $\mathfrak{B}_k$ soient fermés dans la somme $\mathfrak{B}$ et tels que $d\mathfrak{A} \geqq d\mathfrak{B}_k$.

(II). $d\mathfrak{A} \geqq d\mathfrak{B}$ entraîne $\delta\mathfrak{A} \geqq \delta\mathfrak{B}$.

Mais la réciproque de (II) n'est pas toujours vraie. Comme cas où elle est vraie, on peut citer le suivant.

(III). Pour un ensemble $\mathfrak{B}$ quelconque $\delta\mathfrak{A} \geqq \delta\mathfrak{B}$ entraîne $d\mathfrak{A} \geqq d\mathfrak{B}$, si l'ensemble $\mathfrak{B}$ est compact en soi et si chacune des parties ouvertes de $\mathfrak{B}$ contient un sous-ensemble homéomorphe à $\mathfrak{A}$.

Dans un plan, considérons un cercle C, une droite D et un ensemble E composé de deux droites qui se rencontrent. On a alors d'après (I) $\delta C = \delta D = \delta E$, bien que $dC$ et $dE$ soient incomparables.

Les ensembles dénombrables et non vides forment une classe $\delta R_0$ et (III) montre que l'ensemble borné linéaire H parfait et non dense de Cantor contient une partie dont la classe est inférieure à $\delta H$ et supérieure à $\delta R_0$. De même on peut trouver plusieurs classes parmi les ensembles de points du plan. Surtout remarquons que même la famille des ensembles de dimension rationnelle un se décompose en plusieurs classes. Par exemple, l'ensemble M de dimension faible de Sierpinski [1] et une droite D appartiennent à différentes classes. Ces deux ensembles M et D nous donnent en même temps un exemple de deux classes incomparables.

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau mode de transmission des rotations avec conservation de la vitesse entre deux arbres à angle variable.* Note [2] de M. **J.-A. Grégoire**, présentée par M. d'Ocagne.

Le joint de Cardan ordinaire transforme une rotation autour d'un premier arbre en une rotation autour d'un autre arbre rencontrant le premier sous un angle quelconque. Pour simplifier, nous donnerons à ces arbres les noms d'arbre d'entrée et d'arbre de sortie.

Quand on veut en outre que les vitesses de rotation soient constamment égales, on a recours au joint de Hooke, combinaison de deux joints de Cardan qui résout théoriquement le problème; mais pratiquement il est

---

[1] Sierpinski, *Fundamenta Math.*, 2, 1921, p. 81.

[2] Séance du 13 janvier 1930.

fort difficile de conserver la condition de symétrie nécessaire à la réalisation de ce mécanisme.

Le nouveau joint dont il s'agit fournit une solution pratique du problème. Le principe est le suivant : l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie sont guidés par deux pièces terminées par des parties sphériques de même rayon, chaque arbre passant par le centre de la sphère correspondante. Ces deux parties sphériques sont emboîtées l'une dans l'autre, de façon que leurs deux centres coïncident et, par suite, qu'elles arrivent à constituer une sphère unique R au centre de laquelle l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie se coupent constamment.

Il suffit dès lors de munir l'extrémité de chaque arbre d'un joint de Cardan ordinaire et de lier ces deux joints par un arbre qui maintienne un axe de chacun des deux croisillons dans un même plan. La réalisation est obtenue au moyen d'un arbre à coulisse, car évidemment la distance des centres des deux croisillons diminue à mesure que l'angle des arbres d'entrée et de sortie augmente.

En vue de réaliser effectivement ce dispositif, les deux arbres sont terminés par des fourches embrassant des noix centrales sur arc supérieur à 180°. Grâce à ces fourches, les arbres maintiennent en liaison ces deux noix sphériques, d'une forme spéciale, qui restent constamment tangentes intérieurement à la sphère R.

D'autre part chacune de ces noix sphériques est munie d'une rainure permettant l'emmanchement de la fourche correspondante. Une des noix porte un tenon, l'autre noix est creusée suivant une mortaise. La mortaise et le tenon sont dans des plans perpendiculaires aux plans des fourches et le tenon qui pénètre dans la mortaise peut prendre toute position compatible avec le mode de liaison des fourches tout en provoquant l'entraînement. Or l'axe de rotation de chaque fourche est dans le plan perpendiculaire à celui des fourches, donc dans les plans de la mortaise ou du tenon. Par suite la mortaise, prisonnière du tenon, force les axes de rotation des deux fourches à rester dans un même plan.

En résumé, par construction, ce système a les propriétés suivantes :

1° Les prolongements des deux arbres se rencontrent, quelles que soient leurs positions, au centre de la sphère R;

2° Les axes de rotation des deux fourches restent constamment dans un même plan.

Voici comment on peut démontrer que les vitesses de rotation autour des deux arbres sont constamment égales, ce que l'on peut exprimer en donnant à ce joint la qualification d'homocinétique :

Soient F et F′ les fourches des arbres A et A′. Ces fourches sont tangentes à la sphère R, puisque les prolongements des arbres A et A′ se coupent au centre Q.

Soit P le plan perpendiculaire au plan de l'angle AQA′ et qui passe par la bissectrice de cet angle. Les centres O et O′ des deux fourches F et F′ sont symétriques par rapport au plan P.

Il faut et il suffit qu'il soit démontré que les plans des deux fourches F et F′ sont symétriques par rapport au plan P ou que les axes de rotation de ces fourches, L et L′, sont eux-mêmes symétriques par rapport à ce plan.

Ces axes sont chacun dans des plans symétriques par rapport à P, qui sont les plans perpendiculaires en O et O′ aux arbres A et A′. Ces deux plans se coupent suivant une droite du plan de symétrie P. Or, les deux axes L et L′ se coupent, puisque par construction ils sont dans un même plan, et ils se coupent en un point de P. Comme de plus ils passent par deux points symétriques O et O′, ils sont eux-mêmes symétriques.

Cela suffit à établir que le joint en question est parfaitement homocinétique.

La réalisation pratique de cette idée théorique a été effectuée de concert avec M. Pierre Fenaille. Le mécanisme ainsi constitué résout de façon simple le problème de la transmission du mouvement du moteur dans les automobiles à roues avant-motrices ainsi que l'expérience l'a déjà prouvé.

ASTRONOMIE. — *Contribution à l'étude de la réduction des clichés photographiques*. Note (¹) de M. **Renaux**.

Le point de vue auquel je me place diffère de celui de M. Lagrula dans une Note des *Comptes rendus* de 1929 et des auteurs cités par lui. J'estime que la question doit être reprise. Soient : 1° un cliché C sur lequel un astre P de coordonnées $X_p$, $Y_p$ est à repérer par rapport à $n$ étoiles de coordonnées $X_i$, $Y_i$, ($i$, 1 à $n$); 2° un cliché $C_c$ de catalogue photographique, sur lequel $X_i^c$, $Y_i^c$ sont les coordonnées de l'étoile d'indice $i$. Il s'agit de calculer les $X_p^c$, $Y_p^c$ de P. Dans la pratique habituelle, le raccordement introduit des termes du second ordre, calculés au moyen des X, Y, mesurés sur C. Nous les désignons par $\xi_i$, $\eta_i$, pour l'étoile d'indice $i$, par $\xi_p$, $\eta_p$ pour P et nous posons

$$X_i^c = x_i^c + \xi_i, \qquad Y_i^c = y_i^c + \eta_i, \qquad X_p^c = x_p^c + \xi_p, \qquad Y_p^c = y_p^c + \eta_p.$$

(¹) Séance du 13 janvier 1930.

Les $x^c$, $y^c$ sont alors liés linéairement aux X, Y. Par suite la *condition nécessaire et suffisante* pour que les relations $\lambda X_p = \Sigma\lambda_i X_i$, $\lambda Y_p = \Sigma\lambda_i Y_i$, où les $\lambda$ sont des constantes, conservent la même forme analytique dans le passage aux coordonnées $x^c$, $y^c$ est que $\lambda = \Sigma\lambda_i$. Nous nous abstenons des considérations mécaniques qui font dévier la question; nous conservons simplement l'homogénéité des relations. Posons

$$x_i = X_i - X_p, \qquad y_i = Y_i - Y_p,$$

nous avons les relations

$$o = \Sigma\lambda_i x_i, \qquad o = \Sigma\lambda_i y_i,$$

qui permettent d'exprimer deux des $\lambda$, au moyen des $n-2$ autres. Sur C désignons par $S(i, j, k)$ le double de l'aire algébrique du triangle correspondant aux indices $i, j, k$ par $\sigma(i, j)$ le double de l'aire du triangle correspondant aux indices $i, j$ et $p$; par $C(i, j, k)$ un coefficient. Nous avons

$$S(i, j, k) = \sigma(i, j) + \sigma(j, k) + \sigma(k, i),$$

puis l'identité

$$C(i, j, k)[\sigma(j, k)x_i + \sigma(k, i)x_j + \sigma(i, j)x_k] = o.$$

avec une identité analogue, dans la parenthèse de laquelle les $y$ remplacent les $x$.

Donc, pour une *distribution* de N triangles, on a deux identités, respectivement somme des identités avec les $x$ et somme de celles-ci avec les $y$. Or la *résolution des équations en $\lambda$ correspond à une distribution de $n-1$ triangles.*

Comme, pour $n > 3$, N peut être $> n-2$ et égal même à $n(n-1)(n-2):6$, on conclut de *nouvelles identités* entre les $\sigma(i, j)$, que l'on peut faire la réduction des coefficients $C(i, j, k)$ à $n-2$ autres, réduction qui nous est indifférente, car, fait important, *elle ne se produit pas sur $C_i$ avec les coordonnées $x^c$*, $y^c$ et alors *tous les triangles employés sont efficients*. Donc, *il faut rejeter, comme trop restrictive, la méthode des dépendances ou de Schlesinger*. Déterminons les $C(i, j, k)$. Soient $l$, $m$ les composantes de la translation qui amène la moyenne des $x_i^c$ et celle des $y_i^c$ respectivement sur la moyenne des $x_i$ et celle des $y_i$. Posons $l + x_i^c = x_i + R_{ix}$, $m + y_i^c = y_i + R_{iy}$ [les résidus $R_{ix}$, $R_{iy}$ étant très faibles, tous les calculs, aussi ceux des $\sigma(i, j)$, se font en utilisant la table de Crelle]. En vertu des identités relatives aux triangles, on peut écrire

$$S(l + x_p^c) = \Sigma C(i, j, k)[\sigma(j, k)R_{ix} + \sigma(k, i)R_{jx} + \sigma(i, j)R_{kx}],$$
$$S(m + y_p^c) = \Sigma C(i, j, k)[\sigma(j, k)R_{iy} + \sigma(k, i)R_{jy} + \sigma(i, j)R_{ky}],$$
$$S = \Sigma C(i, j, k)S(i, j, k).$$

Il est naturel de rechercher d'une part un mode opératoire indépendant des $R_{i,x}$, $R_{i,y}$ et d'utiliser d'autre part la méthode des moindres carrés. Alors et avec des considérations d'homogénéité, on conclut que $C(i.j,k) = S(i,j,k)$. Les aires $\sigma$ et les produits $\sigma R$ s'effectuent rapidement et la disposition très simple des calculs met en évidence le travail individuel de chaque triangle et celui de l'ensemble, ce qui est *un excellent moyen de contrôle.* On remarquera, fait important, que, la distribution étant fixée, il n'y a plus un seul coefficient arbitraire. Le rejet de la méthode de Schlesinger permet un choix judicieux de la distribution à laquelle est attachée la seule part d'arbitraire. Pour cinq étoiles de repère (pratiquement on ne dépasse pas ce nombre) on a dix triangles; mais pour la rapidité du travail on s'en tient au plus à cinq d'entre eux. Lorsque les cinq étoiles jouent le même rôle, on a de très bons groupes de distributions à cinq triangles et, quand une étoile a un rôle privilégié, d'excellentes distributions à quatre, trois et même deux triangles. On ne peut préciser ici tous les détails techniques. Je me réserve d'étudier à fond la question, de traiter des exemples et de mettre en évidence les qualités de cette méthode *universelle.* Par le calcul direct des $X^c$, $Y^c$, elle s'applique aux catalogues ordinaires.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouveau photomètre astronomique à plages: application à l'étude de deux variables à éclipses.* Note (1) de M. J. **Dufay**, présentée par M. Ch. Fabry.

I. Les photomètres à plages lumineuses permettent, avec un nombre restreint de pointés, de mesurer la différence des grandeurs de deux étoiles brillantes à $\frac{2}{100}$ de magnitude près environ (2). La méthode correcte consiste à placer l'œil au foyer d'un objectif, de manière à recevoir sur la pupille l'image de la source étudiée (3). Quel que soit le diamètre apparent de celle-ci, l'objectif paraît alors uniformément éclairé. Mais l'installation d'une plage de comparaison réglable, au voisinage de l'objectif, présente quelque difficulté sur une lunette de grandes dimensions. On peut alors être conduit à viser une image de l'objectif donnée par un système optique quelconque.

(1) Séance du 13 janvier 1930.

(2) J. Dufay. *Rev. Opt.*, 8, 1929, p. 321.

(3) Comme dans le photomètre universel sans écran diffusant de Fabry et Buisson et les instruments analogues.

Il est particulièrement commode de prendre comme plage photométrique le *cercle oculaire* de la lunette, munie d'un oculaire à faible grossissement. On l'examine avec une loupe projetant une image de l'astre du centre de l'œilleton qui définit la position de l'œil. Si la loupe a une puissance égale à celle de l'oculaire, on réalise pratiquement les mêmes conditions qu'en plaçant directement l'œil au foyer de l'objectif (plage de même diamètre apparent, et, aux pertes près, de même brillance). Dans le dispositif que j'ai adapté sur le sidérostat de l'Observatoire de Lyon (diamètre de l'objectif $32^{cm}$, longueur focale $630^{cm}$), la plage de comparaison, située dans le plan du cercle oculaire, est constituée par un diffuseur blanc, éclairé par une petite lampe à incandescence à travers un coin absorbant gris neutre. L'ensemble du photomètre, très compact, est mobile sur des glissières et peut être mis en place instantanément derrière l'oculaire.

II. Cet instrument m'a servi à étudier plusieurs étoiles variables à courtes périodes, avec la collaboration de M. R. Gindre. Les observations sont faites à travers le filtre vert Wratten nº 59, qui donne la même couleur aux deux plages. L'étoile de comparaison est choisie dans chaque cas assez près de la variable, pour que l'influence de l'absorption différentielle soit toujours négligeable. La scintillation, qui se manifeste par une agitation plus ou moins marquée de la plage stellaire, ne s'est montrée réellement gênante que quatre ou cinq fois, sur une centaine de nuits d'observation. Voici, brièvement résumés, les résultats relatifs à deux étoiles, pour lesquelles la réduction des mesures est achevée :

1º *u Herculis* (type β Lyræ, période 2,051027 jours; étoile de comparaison *σ Herculis*). — 65 mesures photométriques, dont 22 faites par M. Gindre, m'ont permis de tracer une courbe de lumière qui représente nos observations avec un écart moyen de 0,024 magnitude, et de 0,019 magnitude seulement, si l'on élimine 5 points douteux obtenus dans des conditions atmosphériques défavorables.

Alors que les anciennes mesures visuelles de Wendell indiquaient pour le minimum principal et pour le minimum secondaire des amplitudes de 0,71 et 0,23 magn. [1], nous trouvons respectivement 0,64 et 0,28 magn. L'accord de ces dernières valeurs avec celles qui résultent des nombreuses mesures photographiques de Baker (0,65 et 0,30 magn.) [2], et des

---

(1) F. SCHLESINGER et R. H. BAKER, *Publ. Allegheny Obs.*, 2, IX, 1912, p. 51.

(2) R. H. BAKER, *Laws Obs. Bull.*, 2, XXVIII, 1921, p. 209.

mesures photo-électriques de Guthnick, de Pavel et de Baker [1], montre que les deux composantes du système ont bien sensiblement la même couleur, comme le suggérait l'étude spectroscopique de la variable.

2° *d Cygni* (type β Lyræ, étoile de comparaison ψ *Cygni*). — 78 mesures photométriques, dont 25 faites par M. Gindre, confirment presque exactement les résultats obtenus par M. A. Danjon, qui a découvert la variabilité de cette étoile en 1920 [2]. La période résultant de nos observations est de 2 minutes plus courte seulement que la période donnée, à une ou deux minutes près, par M. Danjon. Les éléments obtenus sont :

$$\text{Min} = \text{jour julien héliocentrique } 2425679{,}930 + 1{,}0800\ \text{E}.$$

La profondeur du minimum principal est de 0,23 magn., celle du minimum secondaire de 0,13 magn. et l'écart moyen de nos points par rapport à la courbe de lumière tracée de 0,015 magn.

## MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Sur le vieillissement des métaux écrouis.* Note [3] de M. J. GALIBOURG, présentée par M. L. Guillet.

J'ai signalé [4] que l'on pouvait observer le phénomène du vieillissement dans le cas du nickel écroui par traction et maintenu quelque temps à 175-180°. En poursuivant cette étude, j'ai constaté que les variations de propriétés mécaniques, accompagnant le vieillissement, se manifestaient dès la température ordinaire, comme dans le cas des aciers.

1° Six barreaux de nickel recuits dans l'hydrogène ont été soumis à un effort de traction de 30$^{kg}$ par millimètre carré, supérieur de 20$^{kg}$ par millimètre carré à la limite élastique. Deux de ces barreaux ont été conservés à la température ordinaire, deux à 175-180° et deux à 225-235°. Après des temps variés, on les a soumis à un deuxième essai de traction en mesurant la nouvelle limite élastique et la longueur du palier. Le tableau montre la variation de ces deux grandeurs en fonction de la température et de la durée du vieillissement. La variation en fonction du temps est moins accentuée et plus lente que dans le cas de l'acier mais elle apparaît également dès 15°.

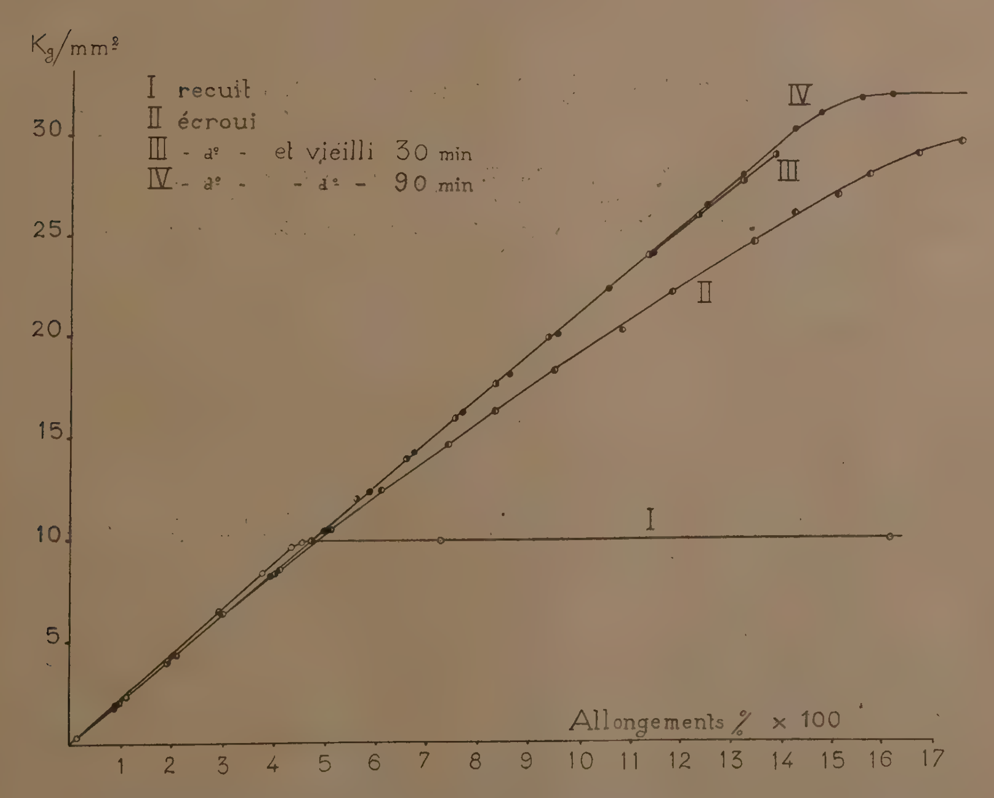
(1) F. PAVEL, *Ast. Nachr.*, **217**, 1922, col. 177. — R. H. BAKER, *Lick Obs. Bull.*, **12**, CCCLXXVIII, 1926, p. 130.

(2) A. DANJON, *Comptes rendus*, **171**, 1920, p. 901.

(3) Séance du 13 janvier 1930.

(4) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 993.

| Température de vieillissement. | Durée du vieillissement. | Charge maxima atteinte au cours de la première traction produisant l'écrouissage (kg/mm²). | Charge correspondant au palier réapparu après vieillissement (kg/mm²). | Valeur du relèvement de la limite élastique apparente (kg/mm²). | Longueur du palier exprimée en millimètres pour 100mm de longueur initiale. |
|---|---|---|---|---|---|
| 15° | 17 jours | 30 | 30,6 | 0,6 | 0,18 |
| | 92 jours | 30 | 30,8 | 0,8 | 0,36 |
| 175-180° | 30 m. | 30 | 31,2 | 1,2 | 0,515 |
| | 4 h. 30 m. | 30 | 32,2 | 2,2 | 0,785 |
| 225-235° | 5 m. | 30 | 31,7 | 1,7 | 0,64 |
| | 30 m. | 30 | 31,8 | 1,8 | 0,68 |




2° Un barreau de nickel a été soumis à un essai de traction jusqu'à 30kg par millimètre carré et immédiatement après à un deuxième essai jusqu'à

la même charge. Après avoir déchargé le barreau, on l'a chauffé à 220-230° pendant une demi-heure et soumis à un troisième essai de traction jusqu'à 28kg par millimètre carré; on l'a encore déchargé, chauffé une heure à 220-230° et tractionné jusqu'à 32kg par millimètre carré. Dans ces derniers essais de traction, les allongements étaient mesurés avec l'élasticimètre de Martens donnant la précision de $\frac{1}{500}$ de millimètre.

La figure ci-dessus résume les résultats des mesures. La courbe de traction, après écrouissage, (II) incurvée dès l'origine des coordonnées, s'est redressée après le vieillissement d'une demi-heure à 220-230° (III) et plus encore après le vieillissement d'une heure à 220-230° (IV).

OPTIQUE. — *Sur l'absorption des sels de cobalt en solutions concentrées.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. A. Cotton.

J'appelle solutions concentrées des solutions qui, du point de vue d'Arrhenius, sont très incomplètement ionisées, qu'elles soient effectivement concentrées en sels de cobalt, ou qu'elles contiennent des électrolytes étrangers ou des solvants autres que l'eau. J'ai déjà montré [1] que, pour les solutions de $CoCl^2$, les écarts avec la loi de Beer s'interprètent par un déplacement de Kundt et un changement d'intensité de la bande d'absorption, les ordonnées relatives de cette bande n'étant pas modifiées.

J'ai entrepris depuis une comparaison analogue sur des solutions d'anions différents : solutions aqueuses binormales de chlorure et de nitrate de cobalt, solution demi-normale de sulfate, solutions $\frac{1}{5}$ normales de nitrate dans le chlorure et le sulfate de zinc très concentrés. Comme dans le cas précédent, les mesures se font au spectrophotomètre Yvon employé avec cellule au potassium, et portent sur onze $\lambda$ équidistants dans l'intervalle 5000-6000 Å. La cuve à absorption a une épaisseur réglable entre 0 et 10mm, à $\frac{1}{100}$ de millimètre près.

Si, pour une solution de concentration molaire $n$, examinée sous l'épaisseur $l$, $\alpha$ représente, pour un $\lambda$ donné, le complément de l'angle des nicols qui correspond à l'équilibre photo-électrique, on a

$$nl\beta = k + 2\operatorname{colog}\sin\alpha,$$

$k$ étant une constante et $\beta$ le coefficient d'absorption moléculaire de la solution pour le $\lambda$ considéré.

(1) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 747.

Dans mes premières expériences, la constante $k$ était éliminée par deux mesures successives sous les épaisseurs $l$ et $2l$. Cette façon d'opérer a l'inconvénient d'augmenter les erreurs relatives. On a jugé préférable, pour les mesures actuelles, de régler les épaisseurs $l$ de façon que, dans les cinq solutions examinées, $nl\beta$ ait même valeur maxima, autrement dit que les bandes d'absorption aient la même intensité. La constante $k$ était déterminée approximativement par expériences préalables. Les valeurs de $\beta$ qu'on en déduit ne sont connues que de manière approchée, mais la connaissance exacte de ces valeurs est sans grand intérêt pour le but poursuivi.

Avec ce mode opératoire, si le déplacement de Kündt intervient seul pour modifier le spectre d'absorption, les courbes spectrales obtenues doivent se superposer par simple glissement. C'est ce que vérifie l'expérience au degré de précision des mesures. Dans le tableau ci-dessous, $\lambda_m$ représente l'emplacement du maximum, $\beta_m$ le coefficient d'absorption maximum, celui de la solution 1 étant pris pour unité (d'après ce qui précède, $\beta_m$ n'est connu que de façon approchée), $a_1$, $b_1$, $a_2$, $b_2$ les coefficients des deux relations linéaires

$$nl\beta = a_1 - b_1(\lambda_m - \lambda),$$
$$nl\beta = a_2 - b_2(\lambda - \lambda_m),$$

équations des deux rampes d'accès au maximum, montante et descendante, rampes qui sont rectilignes sur une grande étendue.

| | $\lambda_m$. | $\beta_m$. | $a_1 \times 10^3$. | $b_1 \times 10^5$. | $a_2 \times 10^3$. | $b_2 \times 10^5$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $CoCl^2$.................. | 5520 | 1 | 1806 | 117 | 1953 | 254 |
| $Co(NO^3)^2$............... | 5450 | 0,53 | 1812 | 116 | 1957 | 255 |
| $CoSO^4$.................. | 5460 | 0,52 | 1800 | 114 | 1942 | 251 |
| $Co(NO^3)^2$ dans $ZnCl^2$.... | 5480 | 0,92 | 1819 | 116 | 1950 | 242 |
| $Co(NO^3)^2$ dans $ZnSO^4$... | 5470 | 0,79 | 1814 | 117 | 1944 | 245 |

L'accord est bien de l'ordre de précision des mesures.

De l'ensemble des résultats obtenus, on peut conclure que, pour les solutions salines de cobalt, les modifications qu'entraînent dans le spectre d'absorption la substitution d'un anion à un autre ou un changement de concentration ou un changement de solvant se réduisent à un déplacement de Kündt et à un changement d'intensité, celle-ci augmentant d'une façon générale quand, au sens d'Arrhenius, la dissociation diminue. Ces résultats ne sont pas nécessairement contradictoires avec la théorie des ions si l'on admet que l'association de l'ion $Co^{++}$ à un radical acide modifie en grandeur les propriétés absorbantes du premier sans en altérer sensiblement la loi de variation avec $\lambda$. Si l'on veut les interpréter dans la théorie de l'activité, il

faudra admettre que l'absorption de l'ion $Co^{++}$ augmente quand son activité diminue. De toutes façons, le départ entre les deux points de vue ne pourra être fait qu'après de nouvelles mesures sur des solutions de degrés de dissociation ou d'activités connus.

SPECTROSCOPIE. — *Analyse spectrographique des cendres d'organes.* Note de MM. **P. Dutoit** et **Chr. Zbinden**, présentée par M. G. Urbain.

Les cendres d'une cinquantaine d'organes humains ont été soumises à l'analyse spectrographique par la méthode des spectres d'arc rendue grossièrement quantitative. Les organes provenaient tous d'adultes et avaient été reconnus normaux à l'autopsie. Il a été fait, pour chaque organe, au moins 5 spectres, se rapportant à autant d'individus différents.

On a retrouvé, d'une manière générale, les mêmes éléments que dans le sang [1]. Mais le spectrographe permet de les localiser grossièrement dans les organes.

*L'argent* s'accumule dans l'utérus, les ovaires et la thyroïde. Il existe en plus petite quantité dans les autres organes et en traces dans le cœur, la rate et le rein.

*L'aluminium* s'accumule dans les poumons, le rein, le cœur et les capsules surrénales. Il existe en plus petite quantité dans les autres organes et en traces dans les testicules et le pancréas.

*Le cobalt et le nickel* ne sont décelés avec netteté, par le spectrographe, que dans le pancréas. On les observe en traces dans les autres organes, à l'exception du foie où ils ne sont pas décelés.

*Le chrome* se trouve en traces dans tous les organes, un peu plus accusé dans la thyroïde et la rate.

*Le cuivre* est abondant dans les poumons, le foie et le cœur, en quantité plus faible dans les autres organes et spécialement dans le rein et la rate.

*Le plomb* est relativement abondant dans tous les organes, spécialement dans le pancréas, le foie et la thyroïde. Les quantités les plus faibles ont été trouvées dans la rate, l'utérus et les ovaires.

*L'étain* est abondant dans tous les organes et plus spécialement dans le cerveau, la rate et la thyroïde.

*Le titane* s'accumule dans les poumons et n'existe qu'à l'état de traces dans les autres organes.

*Le zinc* est, comme on sait, l'élément dominant des organes génitaux et

---

(1) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1628-1629.

de la thyroïde. Il existe aussi dans les autres organes, sauf dans le cœur.

La méthode spectrographique, même lorsqu'elle est rendue grossièrement quantitative, ne permet pas de localiser avec plus de précision les éléments minéraux des organes. Sa sensibilité est aussi trop variable, d'un élément à l'autre. Ainsi le bore, qui ne possède pas de raie spectrale dans la région étudiée, n'est pas décelé. Il sera donc nécessaire de contrôler nos résultats par des analyses quantitatives. Seuls des dosages précis, comme ceux qui ont été inaugurés par M. G. Bertrand, dans ses recherches classiques sur la répartition du Mn, du Ni, du Co, du Zn, etc., dans les organismes animaux, permettront d'aborder le rôle physiologique de ceux des éléments qui n'étaient pas reconnus jusqu'ici comme des constituants normaux de l'organisme humain, de l'argent en particulier.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de l'aluminium dans l'ultraviolet extrême* (1). Note (2) de MM. **Edlen** et **Ericson**, présentée par M. M. de Broglie.

Le spectre de l'aluminium s'allonge sur les spectrogrammes jusqu'à 104,0 Å. Nous avons obtenu un grand nombre de lignes au-dessous de 230 Å avec des électrodes et des conditions d'ionisation différentes sans retrouver avec certitude aucune des raies mesurées par Millikan et Bowen (*Phys. Rev.*, 23, 1924, p. 1). Au-dessus de cette limite la concordance est meilleure. La raie la plus forte dans le spectre d'aluminium avec la nouvelle étincelle est sans comparaison le doublet, auparavant inconnu, de 278,720 et 281,402 Å. Les conditions singulières d'ionisation dans l'étincelle sont illustrées par le fait que ces raies, qui dans le troisième ordre tombent près de la raie multiple 834 Å, y sont considérablement plus intenses qu'aucune des raies de l'oxygène. Nous pouvons les suivre dans la série des éléments :

$$2s^2p^5\,{}^2P - 2sp^6\,{}^2S.$$

| | Int. | λ Å. | ν cm⁻¹. | Diff. | Δν du doublet. |
|---|---|---|---|---|---|
| Na III | 2 | 378,120 | 264466 | | |
| | 1,5 | 380,091 | 263095 | 47077 | 1371 |
| Mg IV | 8 | 320,983 | 311543 | | |
| | 7 | 323,286 | 309324 | 47240 | 2219 |
| Al V | 15 | 278,720 | 358783 | | |
| | 12 | 281,402 | 355363 | | 3420 |

(1) Voir *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 116.

(2) Séance du 13 janvier 1930.

Une augmentation de l'ionisation se révèle encore par le groupe *pp'*, que Bowen (*Phys. Rev.*, 29, 1927, p. 246) a trouvé pour F II. Le groupe correspondant a maintenant été obtenu pour Mg et Al avec toutes les six composantes bien séparées déjà dans le premier ordre.

*Groupe pp'* $\left\{ \begin{array}{l} (aP = 2s^2p^{4\,3}P), \\ (bP = 2s\,p^{5\,3}P). \end{array} \right.$

| | Int. | λ Å. | ν cm⁻¹. | |
|---|---|---|---|---|
| F II | 8 | 605,67 | 165106 | $aP_2 - bP_1$ |
| | 7 | 606,27 | 164943 | $aP_1 - bP_0$ |
| | 9 | 606,81 | 164796 | $aP_2 - bP_2$ |
| | 4 | 606,95 | 164758 | $aP_1 - bP_1$ |
| | 7 | 607,48 | 164614 | $aP_0 - bP_1$ |
| | 8 | 608,06 | 164457 | $aP_1 - bP_2$ |
| Ne III | | 488 | 205000 | |
| Na IV | | 408 | 245000 | |

| | Int. | λ Å. | ν cm⁻¹. | |
|---|---|---|---|---|
| Mg V | 1 | 351,070 | 284844 | $aP_2 - bP_1$ |
| | 1 | 352,190 | 283938 | $aP_1 - bP_0$ |
| | 2 | 353,080 | 283222 | $aP_2 - bP_2$ |
| | 0,5 | 353,291 | 283053 | $aP_1 - bP_1$ |
| | 1 | 354,200 | 282326 | $aP_0 - bP_1$ |
| | 1 | 355,315 | 281440 | $aP_1 - bP_2$ |
| Al VI | 2 | 307,261 | 325456 | $aP_2 - bP_1$ |
| | 2 | 308,575 | 324070 | $aP_1 - bP_0$ |
| | 3 | 309,588 | 323010 | $aP_2 - bP_2$ |
| | 1 | 309,862 | 322724 | $aP_1 - bP_1$ |
| | 2 | 310,909 | 321637 | $aP_0 - bP_1$ |
| | 2 | 312,249 | 320257 | $aP_1 - bP_2$ |

Les longueurs d'onde sont calculées à l'aide des raies étalons, que nous avons déterminées jusqu'à 100 Å. La précision dépend du pouvoir séparateur. A cet égard on peut se faire une idée des avantages du spectrographe employé en faisant une comparaison entre les reproductions des spectres du cuivre de Millikan et Bowen (*Phys. Rev.*, 23, 1924, p. 1), de J. Thibaud (*Journ. de Phys.*, 8, 1927, p. 13) et celle parue dans *Nature* (*London*) du 2 novembre 1929.

PHYSIQUE. — *Sur les moyens de décider entre la nature corpusculaire et la nature purement ondulatoire de la lumière et des radiations* X. Note de M. E. **Sevin**, présentée par M. d'Ocagne.

Nous avons donné (¹), la théorie ondulatoire du phénomène de Compton et montré que ce phénomène était réversible. Dans la réflexion et la diffraction des électrons par les cristaux, il apparaît, tant sous sa forme directe que sous forme inverse, et il fait intervenir une onde, de longueur

$$\frac{h\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v}$$

*qui se propage avec la vitesse de la lumière.*

Aujourd'hui nous croyons devoir attirer l'attention des physiciens sur tout un domaine de recherches qui n'a pas encore été exploré; cette étude présente d'ailleurs un grand intérêt, parce que les expériences à réaliser doivent permettre de décider entre la nature corpusculaire et la nature purement ondulatoire de la lumière et des radiations X. Le bombardement des cristaux par les flots d'électrons ne constitue pas l'unique champ d'expérience auquel ceux-ci peuvent être soumis, et la voie expérimentale, dans laquelle nous proposons d'entrer, est celle de l'étude de l'action des radiations X sur ces flots.

D'après la théorie corpusculaire, lorsqu'un flot de vitesse $\vec{v}$ se trouve soumis à une radiation de fréquence $\nu'$, la plupart des électrons doivent échapper aux photons et conserver leur vitesse. Quant aux chocs qui se produisent, ils obéissent à une loi analogue à celle de Compton et Debye, et les électrons, intéressés par ces chocs, sont dispersés, dans des azimuts variables, avec une vitesse qui se superpose à $\vec{v}$. En fin de compte, pour un certain nombre d'électrons, l'allure du phénomène est très irrégulière; mais, pour le gros du flot, on doit retrouver la vitesse $\vec{v}$.

Le processus ondulatoire, auquel nous sommes parvenu, conduit à des résultats bien différents. En effet, dans la Note sus-visée, nous avons montré que, dans une radiation X de longueur d'onde $l$, l'énergie des électrons

(¹) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 911.

libres ne pouvait prendre qu'une série discrète de grandeurs tout à fait analogues à celles qui correspondent aux niveaux des électrons liés aux atomes, dans l'onde stationnaire qui entoure le noyau. Les longueurs développées, des trajectoires des électrons liés, ont pour expression :

$$2\pi r = n\frac{h\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v},$$

et, d'après la loi que nous avons donnée, la longueur d'onde de la radiation X s'écrit de même :

$$l = n\frac{h\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v},$$

d'où

$$v = n\frac{h\nu'\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0 c},$$

avec $n = 1, 2, 3, \ldots$.

Si donc on lance un flot d'électrons, de vitesse $\vec{v}'$, dans la direction même de la propagation d'une radiation X, tous les électrons de ce flot doivent prendre une des vitesses données par cette formule. Il est probable que, tout comme pour les électrons liés, les vitesses en rapport avec $n = 2, 3, \ldots$ sont moins stables que celle qui correspond à $n = 1$. Seule l'expérience permettra de conclure sur la possibilité de les réaliser ; mais, si l'on peut les observer, on devra, en même temps, constater une diffusion de la radiation comportant une modification de la longueur d'onde égale à 2, 3, ... fois celle qui se manifeste dans le phénomène de Compton. Il va d'ailleurs sans dire qu'il suffira de porter un flot de très faible vitesse à la vitesse correspondant à $n = 1$ pour décider en faveur de la conception ondulatoire.

Pour obtenir un résultat bien régulier, il conviendra de recourir à un flot léger relativement à l'intensité de la radiation.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Solutions superficielles sur le mercure. Étude de l'acide oléique.* Note de M. **Fahir Emir**, présentée par M. Jean Perrin.

Il est exceptionnel qu'une solution superficielle sur l'eau soit rigoureusement insoluble. Au contraire, de nombreux corps donnent des solutions

superficielles sur le mercure (huiles, solution de savon, sels, etc.) [1]; malheureusement ce support s'oxyde spontanément à l'air.

En m'inspirant de la technique de M. Devaux pour l'étude des solutions superficielles sur le mercure à l'air libre, d'une part; de la technique et des montages de M. A. Marcelin [2] pour l'étude des solutions superficielles sur l'eau, d'autre part, j'ai été conduit, suivant les suggestions de M. A. Marcelin, à établir un appareillage permettant l'étude des solutions superficielles sur le mercure à l'abri de l'air.

*Appareillage.* — Le fond de la cuve est constitué par une plaque de pyrex de $44 \times 17^{cm}$; les bords consistent en quatre bandes de verre de $1^{cm}$ de largeur, de $4^{mm}$ de hauteur, posées à plat sur la plaque de pyrex; les quatre bandes délimitent une cuve rectangulaire de $41 \times 14$ de surface intérieure. Le contact étroit des bandes de verre avec la plaque qui les supporte est assuré par de petits étaux, ce qui évite tout collage.

La cuve est remplie de mercure de telle façon que la surface libre du liquide se trouve dans le même plan horizontal que la face supérieure des bandes de verre; de cette manière, un cadre plat délimitant intérieurement un rectangle de dimensions légèrement inférieures à celles de la cuve peut reposer à plat, à la fois sur le mercure et sur les lames de verre, et de la sorte, formant un pont par-dessus le ménisque du mercure au contact des bords de la cuve, délimite sur le mercure une surface dépourvue de ménisque.

Le cadre est immobilisé par les mêmes petits étaux qui assujettissent les bandes de verre contre la plaque de pyrex; il est découpé dans de la cellophane, matière qui adhère parfaitement au mercure, et il est coupé transversalement par une bandelette formant soupape, solidaire du fil de torsion vertical, découpée dans du mica mince, et s'appuyant sur deux petits épaulements de mica. La soupape divise la surface rectangulaire en deux parties, l'une qui forme corps de pompe où l'on déposera la solution superficielle à étudier, l'autre où l'on réalisera le vide superficiel aussi parfaitement que possible. Les deux surfaces sont essuyées d'un seul coup, lorsque la soupape est soulevée au-dessus de la surface, par raclage à l'aide de lames de cellophane préalablement lavées dans du benzène distillé. Ces lames sont ensuite récupérées par essuyage au coton et un second lavage.

---

(1) Devaux, *Étude des propriétés de la surface du mercure* (*Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 1926-1927, p. 8).

(2) André Marcelin, *Annales de Physique*, 10e série, 4, 1925, p. 485 et suiv.

On facilite l'essuyage en pratiquant sur le côté du cadre opposé au corps de pompe une entaille en forme de V dans laquelle on rassemble les impuretés raclées. Le corps de pompe comporte un piston, bande de cellophane épaisse, dont la translation est commandée par vis et écrou.

La cuve à mercure est portée par un support à vis calantes qui repose sur le fond d'une cuve à photographie en porcelaine.

Tout l'appareil est placé dans une cage vitrée où circule un courant d'azote. La cage est pourvue de trois panneaux à charnières; elle est flanquée d'une tourelle contenant un fil de torsion. Le tamis à talc, la translation de la bandelette-piston, la torsion du fil de suspension sont commandés de l'extérieur.

*Mode opératoire.* — Tout l'appareillage est abandonné pendant 48 heures dans le mélange chromique, puis lavé, séché et remis en place ([1]). La circulation du courant d'azote étant rétablie, la cuve est remplie avec du mercure provenant *directement* de l'appareil à distillation; cette distillation est elle-même effectuée dans un courant d'azote.

Le couvercle de la cage n'est ouvert que durant un très court instant pour essuyer la surface et déposer la goutte de la solution titrée dans le corps de pompe.

*Résultats.* — Malgré toutes les précautions prises, nous n'avons pu éliminer complètement l'oxydation de la surface du mercure; en attendant des perfectionnements nouveaux qui éviteraient d'ouvrir la cage nous pouvons dès maintenant énoncer avec certitude les résultats se rapportant aux solutions superficielles relativement concentrées :

1° La solution superficielle de l'acide oléique sur le mercure se comporte comme la solution superficielle de cette même substance sur l'eau et donne lieu au phénomène de saturation. La courbe de détente, à partir d'une solution superficielle très saturée, comporte un palier suivi d'une courbe de détente.

2° La pression superficielle correspondant au palier de saturation est égale à 60 dynes/cm (soit environ le double de la pression de saturation sur l'eau).

3° L'épaisseur du film saturé est égale à 24 Å; elle était de 23 Å sur l'eau; les résultats sont donc identiques et l'hypothèse de la juxtaposition moléculaire au point de saturation se trouve confirmée; il y a lieu de croire que l'orientation des molécules d'acide oléique est la même sur le mercure et sur l'eau.

---

([1]) Les joints de la cage sont obturés à la plastiline.

RADIOCHIMIE. — *Chaleur de dissociation de la molécule d'oxygène et énergie d'activation de l'atome d'oxygène.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. Jean Perrin.

La détermination de la chaleur de dissociation de la molécule d'oxygène a une très grande importance pour l'étude du mécanisme des réactions d'oxydation, en particulier des conditions de combustion et d'explosion des mélanges de vapeurs diverses avec l'oxygène.

Cette chaleur de dissociation a été d'abord calculée par Birge et Sponer (*Phys. Rev.*, 28, 1926, p. 259) à partir de la convergence des séries des spectres d'absorption de l'oxygène; ils ont obtenu 11,5 volts, soit 163000$^{cal}$.

Puis Birge a apporté des corrections à ses premiers calculs et il a obtenu (*Phys. Rev.*, octobre 1929) 5,6 à 6,5 volts (129000 à 150000$^{cal}$). Kassel (*Phys. Rev.*, 34, 1929, p. 817) a calculé à partir de la dissociation photochimique de l'ozone 5,0 à 5,5 volts (115000 à 128000$^{cal}$). Enfin Mecke (*Naturwissenschaften*, 20 décembre 1929) a calculé à partir des expériences de Norrish sur la dissociation photochimique de $NO^2$ la valeur de 5,6 volts.

Nous avons étudié avec L. Harris le spectre d'absorption de $NO^2$ gazeux. Ce spectre se compose de deux régions : l'une, depuis le rouge jusque vers 2900 Å, est formée d'un très grand nombre de bandes et raies fines qui entre 3800 et 3700 Å deviennent floues et continues, ce qui correspond à une première limite de prédissociation de la molécule $NO^2$. Cette limite correspond très exactement à la limite d'action photochimique des rayons ultraviolets observée par Norrish dans la décomposition de $NO^2$ en NO et oxygène.

L'autre région entre 2600 et environ 2200 Å se compose d'une série de bandes avec une belle structure fine de rotation double entre 2600 et 2459 Å, puis brusquement la structure fine disparaît et l'on observe environ 8 à 10 bandes floues n'ayant plus aucune structure fine. Il existe donc une deuxième limite de prédissociation pour $\lambda = 2459$ Å.

La signification physique de ces deux limites de prédissociation correspond à une dissociation de $NO^2$ en NO et : 1° un atome d'oxygène normal pour $\lambda = 3700$ Å, et 2° un atome d'oxygène activé pour $\lambda = 2459$ Å. On en

déduit pour les deux réactions :

$$NO^2 \rightarrow NO + O - 77000^{cal},$$
$$NO^2 \rightarrow NO + O^* - 116000^{cal}.$$

Étant donné que l'on a $NO^2 \rightarrow NO + \frac{1}{2}O^2 - 13000^{cal}$ on déduit pour la chaleur de dissociation de l'oxygène $O^2 \rightarrow O + O - 136000^{cal}$ (5,5 volts), et pour l'énergie d'activation de l'atome d'oxygène.

$$O \rightarrow O^* - 39000^{cal} \ (1,7 \text{ volt} + 13700 \text{ cm}^{-1}).$$

Le premier état d'activation de l'atome d'oxygène correspond au passage de l'état normal $^3P_2$ à l'état métastable $^1D$.

La position de ce terme $^1D$ n'est pas connue. D'après les calculs approximatifs de Bowen et Kaplan (*Phys. Rev.*, 33, 1929, p. 638) il correspondrait environ à 2 volts ($46000^{cal} = 16200$ cm$^{-1}$). D'après R. Frerichs (*Phys. Rev.*, 34, novembre 1929, p. 1239) il serait environ égal à 15500 cm$^{-1}$ (1,9 volt). Enfin, d'après les calculs par analogie avec les spectres de Se et Te (McLennan, *Nature*, 7 décembre, 1929, p. 874) il sereit égal à 10587 cm$^{-1}$ (1,3 volt).

Nous trouvons à partir de la position de la deuxième limite de prédissociation de $NO_2$, pour le terme $^1D$, la valeur 13700 cm$^{-1}$ (1,7 volt). Ce terme est, on le voit, intermédiaire entre ceux qui ont été proposés par différents auteurs.

Ces résultats confirment une fois de plus la théorie que nous avons émise il y a plusieurs années que la limite de la prédissociation correspond à la limite de dissociation de la molécule normale en divers constituants.

Nous trouvons actuellement que l'existence de plusieurs limites de prédissociation s'explique par la possibilité de plusieurs modes de dissociation de la molécule, avec production soit d'atomes normaux, soit d'atomes activés.

L'énergie de dissociation normale de la molécule d'oxygène est ainsi égale à $128000^{cal}$. Celle donnant lieu à un atome normal $^3P_2$ et à un atome métastable $^1D$ est égale à $167000^{cal}$. On peut donc, pour chaque température correspondant aux réactions de combustion ou d'explosion, calculer la proportion d'oxygène atomique normal et celle d'oxygène atomique particulièrement actif se trouvant dans l'état $^1D$. Cet oxygène, qui est métastable, a une durée de vie très grande et peut ainsi engendrer des réactions chimiques en chaînes.

La position du terme $^1D$ de l'atome d'oxygène a un intérêt également pour l'analyse du spectre de l'oxygène. En effet, on sait (McLennan, *Proc. Roy. Soc.*, 120, 1928, p. 327) que la raie verte de l'aurore boréale $\lambda = 5577,34$ Å ($17925\ cm^{-1}$) correspond au passage de l'atome d'oxygène de l'état métastable $^1S$ à l'état métastable $^1D$. La valeur du niveau $^1S$ n'est pas connue. Étant donné que nous trouvons pour le $^1D$ le niveau $13700\ cm^{-1}$, nous en déduisons pour l'état $^1S$ :

$$13700 + 17925 = 31625\ (3,9\ cm^{-1}\ volts).$$

Enfin il y a lieu de remarquer que le fait que le peroxyde d'azote peut engendrer par dissociation un atome d'oxygène à l'état métastable, suggère une explication du mode de production de la raie verte de l'aurore boréale : il y aurait formation des composés oxygénés de l'azote, qui ensuite seraient dissociés par les rayons ou par les électrons solaires en donnant de l'oxygène métastable à l'état $^1S$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Oxyde mixte de nickel-cobalt et ferrite correspondant.* Note [1] de M^lle **Suzanne Veil**, présentée par M. G. Urbain.

On a montré précédemment [2], à propos de quelques spinelles, comment l'analyse magnétique est susceptible de s'appliquer à l'étude du précipité mixte, résultant de l'action d'un alcali sur un mélange de deux sels. Dans le cas où l'on part de mélanges de solutions ferriques et nickeleuses ou cobalteuses, les précipités deviennent ferromagnétiques après calcination. Ces propriétés ferromagnétiques sont les plus marquées dans la région où les deux constituants interviennent molécule à molécule, c'est-à-dire dans la région du spinelle.

Dans le processus, les oxydes de nickel et de cobalt se comportent de manière entièrement analogue, encore que le ferrite de nickel soit sensiblement plus magnétique que le ferrite de cobalt. On pouvait alors se demander ce qu'il advient lorsque les oxydes de nickel et de cobalt sont l'un et l'autre présents dans le ferrite (mélange ternaire d'oxydes).

Comme recherche préliminaire, nous avons observé d'abord les circonstances de la précipitation simultanée de solutions nickeleuses et cobalteuses, seules en présence (mélange binaire).

---

(1) Séance du 13 janvier 1930.

(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 330.

Les précipitations faites au moyen de la soude ont toujours eu lieu à froid, comme précédemment, et dans des conditions aussi identiques que possible. Ceci afin de réduire, au maximum, les perturbations provenant de l'évolution magnétique éventuelle des hydroxydes en suspension dans l'eau.

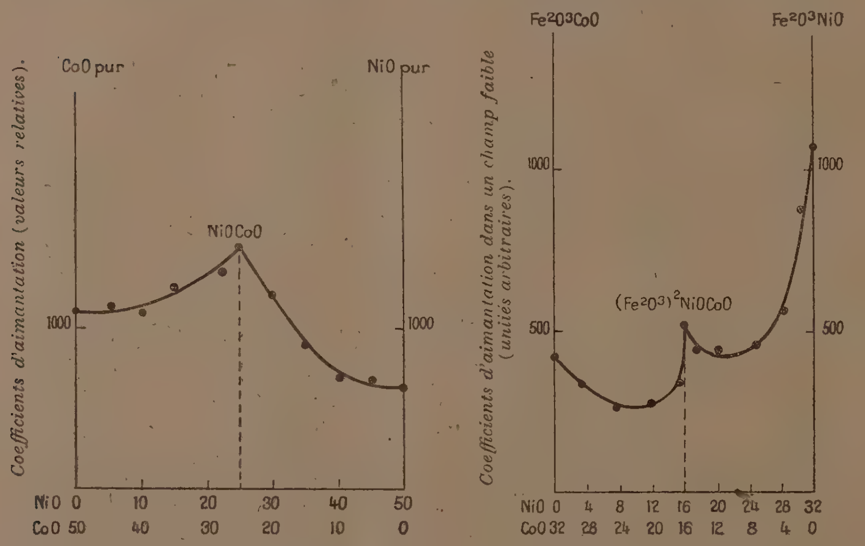



Fig. 1. — Précipitation par la soude et calcination (substances paramagnétiques).

Fig. 2. — Précipitation par la soude et calcination (substances ferromagnétiques).

1° *Précipitation de mélanges binaires de solutions nickeleuses et cobalteuses.* — Conformément à la méthode précédemment adoptée, nous avons mis en expérience des mélanges, en proportions variables, de solutions titrées des sulfates nickeleux et cobalteux. Ces mélanges, traités à froid par la soude, fournissent des précipités qui, après calcination, restent paramagnétiques. Lorsqu'on suit les variations du coefficient d'aimantation en fonction des proportions relatives des constituants, on obtient un diagramme composé de deux arcs de courbe (*fig.* 1). Ces deux arcs se rencontrent en un point de rebroussement, dont l'abscisse correspond à un mélange des constituants molécule à molécule. En ce point, l'oxyde calciné correspond à la composition d'un oxyde mixte de nickel-cobalt NiO-CoO.

2° *Précipitation de ferrites mixtes de nickel et de cobalt.* — Les ferrites

nickeleux et cobalteux, contenant sensiblement la même proportion d'oxyde ferrique, à cause de la proximité des poids atomiques du nickel et du cobalt, nous avons préparé des mélanges ternaires des sulfates ferrique, nickeleux et cobalteux, dans lesquels le sulfate ferrique comptait invariablement pour cette proportion, soit 68 pour 100. Nous avons suivi les variations du magnétisme des précipités calcinés, en fonction des proportions relatives des sulfates nickeleux et cobalteux.

Les précipités calcinés sont tous ferromagnétiques; leurs coefficients d'aimantation ont été déterminés dans un champ faible. Leur représentation, en fonction de la composition, se traduit, dans les conditions de l'expérience, par un diagramme (*fig.* 2), dont l'allure rappelle celle du diagramme figure 1. On trouve, ici encore, deux arcs de courbe, de part et d'autre d'un point de rebroussement, où les oxydes nickeleux et cobalteux interviennent molécule à molécule. En ce point, le ferrite mixte, qui correspond à la formule $(Fe^2O^3)^2NiO\ CoO$, peut être considéré comme spinelle de l'oxyde mixte de nickel-cobalt NiO-CoO.

L'existence du composé NiO CoO se dégage donc tant de l'étude des mélanges paramagnétiques de ses oxydes constituants que de l'étude des mélanges ferromagnétiques des ferrites de nickel et de cobalt.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode d'observation de l'évolution des solutions de sels chromiques.* Note [1] de MM. **L. Meunier** et **M. Lesbre**, transmise par M. V. Grignard.

Si l'on prend par exemple, une solution de chlorure chromique fraîchement préparée à partir du sel vert, cristallisé

$$\left[Cr \begin{matrix} Cl^2 \\ (H^2O)^4 \end{matrix}\right] Cl,\ 2H^2O,$$

on sait qu'elle subit, avec le temps, une évolution lente :

1° Il y a transformation du chlorure vert en chlorure gris bleu

$$[Cr(H^2O)^6]Cl^3;$$

2° En même temps, il y a formation, par hydrolyse, de sels basiques comme

$$\left[Cr \begin{matrix} OH \\ (H^2O)^5 \end{matrix}\right] Cl^2.$$

(1) Séance du 6 janvier 1930.

avec élimination de HCl; ces sels basiques sont d'ailleurs capables de se polymériser d'une manière plus ou moins complexe et difficile à définir. Cette deuxième série de phénomènes vient se superposer à la première transformation de telle sorte que les propriétés de la solution, en période d'évolution, ne se modifient pas d'une manière continue, mais présentent des perturbations suivant l'importance relative des deux séries de modifications.

Jusqu'à présent, on utilisait deux méthodes pour suivre l'évolution des sels chromiques : une première méthode, la plus précise, consistait à observer les variations de la résistance électrique d'une même épaisseur de solution jusqu'à ce qu'elle devienne constante. Une deuxième méthode, beaucoup plus grossière, mais très simple, ne s'appliquant cependant qu'à des concentrations moyennes, consistait à suivre les variations de l'indice de floculation sous l'action d'un alcali ou d'un carbonate alcalin [1].

Nous nous sommes proposé d'utiliser les variations de couleur qui se manifestent dans la solution avec le temps, pour suivre l'évolution de celle-ci, ces variations étant appréciées avec le colorimètre à cellule photoélectrique de Toussaint [2]. Voici, par exemple, prélevés dans toute une série de déterminations, les résultats obtenus par les trois méthodes avec une même solution de chlorure chromique, préparée à partir du sel vert cristallisé, à raison de $4^{g},45$ par litre, en opérant le vieillissement au thermostat à 25°C.

| Temps en heures. | Indice de floculation [3]. | Variation de la résistance électrique de la solution. | Transmissions optiques dans les radiations. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 4100 Å. Violet. | 4600 Å. Bleu. | 5300 Å. Vert. | 5750 Å. Jaune. | 6100 Å. Orangé. | 6500 Å. Rouge. |
| h | | | | | | | | |
| 0 | 21,0 | K × 1750 | 80 | 80 | 95,5 | 91 | 85 | 86 |
| 1 | 21,2 | 1620 | 81 | 83,5 | 95 | 90 | 85 | 87 |
| 3 | 21,6 | 1400 | 82 | 87 | 95 | 89,5 | 86 | 89 |
| 6 | 22,2 | 1300 | 82,5 | 90 | 95 | 89 | 86,5 | 89,5 |
| 9 | 23,4 | 1220 | 83 | 91 | 95 | 88,5 | 88,5 max. | 91 |
| 12 | 23,6 | 1150 | 84 | 92 | 94,5 | 88 | 88,5 | 92 |
| 24 | 23,8 | 1040 | 86 max. | 93 max. | 94 | 88 | 88 | 94 max. |
| 48 | 24,6 | 1000 | 86 | 92 | 92,5 | 88 | 88 | 93,5 |
| 72 | 25,1 max. | 975 | 85 | 91 | 90 | 87,5 | 88 | 92 |
| 96 | 24,9 | 963 | 84,5 | 91 | 89,5 | 87 | 88 | 92 |
| 120 | 24,5 | 958 | 83,5 | 91 | 88,5 | 86 | 88 | 91,5 |
| 180 | 23,4 | 954 | 83 | 91 | 88 | 86 | 88 | 91 |
| 300 | 23,0 stab. | 953 stab. | 83 | 91 | 87,5 stab. | 86 | 88 | 91 |
| 500 | 23,0 | 953 | 83 | 91 | 87,5 | 86 | 88 | 91 |

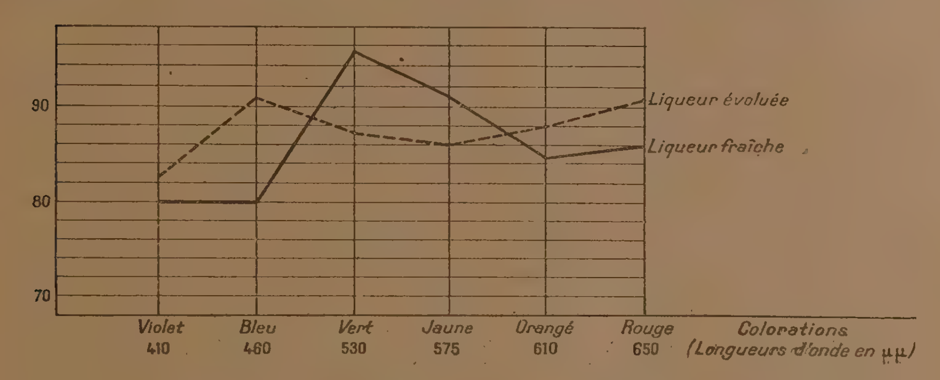
(1) Meunier et Caste, *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 1488.

(2) Tiba, 1927, p. 955; 1928, p. 517 et 637.

(3) Centimètres cubes de $CO^3Na^2$, N/100 pour $5^{cm^3}$ de liqueur.

L'examen de ce tableau permet les conclusions suivantes sur l'évolution à 25° C. de la solution de chlorure vert, à 4g,45 par litre :

1° Si l'on observe les variations de la transmission dans le vert, couleur qui s'éteint, elle conduit à fixer la durée de l'évolution à 300 heures environ, ce qui correspond parfaitement avec les chiffres résultant de la




variation de l'indice de floculation et de la variation de la résistance électrique.

2° Si l'on observe les variations de la transmission dans le bleu, couleur qui se développe avec le temps, on constate qu'elles présentent un maximum; il en est de même dans le violet, dans le rouge et dans l'orangé. L'existence de ces maxima confirme la superposition des deux séries de phénomènes qui est d'ailleurs mise en évidence, d'autre part, par l'existence d'un maximum dans l'indice de floculation et dans l'apparition d'un palier très accusé dans la courbe des résistances.

3° Si l'on examine les courbes de couleur de la solution fraîche et de la solution complètement évoluée, on constate que la liqueur fraîche présentait une dominante dans le vert, tandis que la liqueur évoluée en présente deux, dans le bleu et dans le rouge, cette dernière ayant été probablement introduite par les phénomènes de polymérisation. Le tableau précédent permet de retrouver facilement l'âge d'une solution de chlorure chromique à 4g,45 par litre ayant évolué à 25° C.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydation des sels de cobalt en liqueur alcaline.* Note de MM. **R. Bernard** et **P. Job**, présentée par M. G. Urbain.

Les sels de cobalt se dissolvent dans les solutions concentrées de bicarbonates alcalins en donnant une liqueur rose. Traitée par un oxydant, cette liqueur prend une coloration vert intense. A. Job (1) a montré que, dans la solution verte, le cobalt se trouve à l'état cobaltique et qu'il fixe une molécule d'anhydride carbonique par atome de métal (2). Nous avons appliqué à l'étude de cette oxydation la méthode spectrophotométrique indiquée précédemment par l'un de nous (3).

Nous avons mesuré au spectrophotomètre de Féry, et pour une longueur d'onde d'environ $0^{\mu},68$, les absorptions relatives de mélanges en proportions variables d'une solution de sulfate de cobalt dans le bicarbonate de sodium et d'une solution oxydante (eau oxygénée ou eau de brome). Les courbes obtenues sont les mêmes, soit qu'on mélange simplement les deux solutions, soit qu'on s'astreigne à maintenir, pour les différents mélanges, une concentration constante en bicarbonate; elles sont indépendantes, dans de larges limites, de la concentration en bicarbonate. La méthode spectrophotométrique ne peut donc pas nous renseigner sur le nombre de molécules de bicarbonate qui prennent part à la réaction; elle ne peut donner d'indications que sur l'oxydation elle-même.

Si cette oxydation consistait simplement en la transformation du cobalt divalent en cobalt trivalent, deux atomes de cobalt fixeraient un atome d'oxygène, selon le schéma $2\,CoO + O = Co^2O^3$. La réaction se produit d'une manière toute différente.

En effet les courbes obtenues avec les mélanges équimoléculaires de sel de cobalt et d'eau oxygénée présentent un maximum, dont la position varie lorsqu'on change la concentration commune des deux solutions. Pour une concentration de $2,293 . 10^{-3}$ molécule par litre, ce maximum correspond au mélange contenant 55 de cobalt pour 45 d'eau oxygénée. Pour une

(1) *Comptes rendus*, **127**, 1898, p. 100, et *Annales de Chimie et de Physique*, **20**, 1900, p. 207.

(2) Ce degré d'oxydation du cobalt est confirmé par Barbieri, *Atti Accad. naz. dei Lincei*, 7, 1928, p. 747.

(3) P. Job, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 204, et *Annales de Chimie*, **9**, 1928, p. 113.

dilution quatre fois plus grande, le maximum est atteint pour 57 de cobalt contre 43 d'eau oxygénée. Au contraire, si la concentration de la solution d'eau oxygénée est double de celle de la solution de cobalt, les maxima sont fixes et correspondent à 1 volume de la première pour 2 volumes de la seconde. Donc l'eau oxygénée agit à l'état de molécules doubles en présence de bicarbonate alcalin et l'oxydation du cobalt se produit par action d'une molécule double d'eau oxygénée sur deux atomes de cobalt $[2CoO + (H^2O^2)^2]$, ou d'un atome d'oxygène sur un atome de cobalt $(CoO + O)$.

Avec l'eau de brome, les courbes obtenues pour les mélanges équimoléculaires présentent, quelle que soit la concentration commune aux deux solutions, un maximum correspondant au mélange à 50 pour 100. L'oxydation se produit donc par action d'une molécule de brome sur un atome de cobalt $(CoO + Br^2 + H^2O)$, ou d'un atome d'oxygène sur un atome de cobalt $(CoO + O)$.

Donc, ni en présence d'eau oxygénée, ni en présence d'eau de brome, l'oxydation ne consiste en un simple passage du cobalt de la valence 2, à la valence 3, par action d'un atome d'oxygène sur deux atomes de cobalt. Au contraire dans les deux cas, un atome d'oxygène agit sur un atome de cobalt, selon le schéma $CoO + O \rightarrow$. Il semble donc que le passage de l'état cobalteux à l'état cobaltique se produise par l'intermédiaire d'un composé percobaltique $(CoO^2)$, où le cobalt serait tétravalent.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dialdéhyde malonique bromée.* Note de M. **J. Grard**, présentée par M. Matignon.

Préparée pour la première fois par M. Lespieau [1] par l'action brutale du brome sur l'éther méthylpropargylique, la dialdéhyde malonique bromée CHO — CH Br — CHO s'obtient également par fixation de brome sur l'acétalpropargylique. (Travail exécuté au laboratoire de Claisen non publié dans les périodiques.)

Sa solution aqueuse présente une réaction remarquablement acide due à la forme énolique CHOH = CBr — CHO. J'ai mesuré son pH à différentes concentrations; il oscille autour de 2, aussi le titrage d'une pareille solution relève-t-il d'une simple alcalimétrie (Indicateur : rouge de méthyle).

---

(1) Lespieau, *Comptes rendus*, 133, 1901, p. 538.

Le caractère acide de la dialdéhyde m'a permis de préparer toute une série de sels métalliques bien cristallisés et par suite justiciables de dosages précis.

Le sel de cuivre s'obtient par l'action d'une solution de chlorure ou d'acétate cuivrique sur une solution bouillante de dialdéhyde. Il se présente sous forme de fines aiguilles vertes.

Le sel de zinc résultant de l'action du carbonate de zinc sur une solution de dialdéhyde forme de gros cristaux blancs. Le sel de nickel vert se prépare par dissolution de l'hydrate de nickel fraîchement précipité dans une solution aqueuse de dialdéhyde.

Ces trois sels répondent à la formule

$$\begin{array}{l} CHO = CBr - CHO \\ \quad \rangle M \\ CHO = CBr - CHO \end{array} \qquad (M = Cu, Zn, Ni).$$

La dialdéhyde peut exister sous deux formes tautomériques qui, en solution, sont en équilibre l'une avec l'autre

$$CHOH = CBr - CHO, \qquad CHO - CHBr - CHO.$$

J'ai étudié cet équilibre par titrage au brome, selon la méthode indiquée par Kurt Meyer [1], à propos d'autres exemples.

Les résultats que j'ai obtenus sont les suivants :

1° La forme solide est la forme énolique.

2° L'équilibre céto-énolique ne se réalise au sein de l'alcool à une concentration déterminée qu'après un repos de 48 heures. Il correspond alors à une proportion de 24 pour 100 environ de forme énolique à la température ordinaire.

3° L'équilibre dépend de la température. Une élévation de température accroît la proportion d'énol.

Chauffée à l'ébullition en présence d'agents alcalins (potasse, hydrate de plomb), la molécule de dialdéhyde subit dans l'eau une dissociation : il se libère de l'acide formique, de l'alcool méthylique et un bromure minéral.

La dialdéhyde manifeste des propriétés réductrices mais son oxydation brutale aboutit à une destruction totale de la molécule, en $CO^2$ et $H^2O$. Les oxydants doux conduisent à la production exclusive d'acide oxalique et d'acide formique.

---

(1) K. Meyer, *Annalen*, 380, 1911, p. 212.

*Action de l'éthylate de sodium.* — Par attaque simultanée de l'oxhydrile énolique et du brome, il produit le sel de sodium de la dialdéhyde oxéthylée $CHONa = C - (OC^2H^5) - CHO$. Si l'on traite la solution aqueuse du sel de sodium par la quantité équivalente d'acide sulfurique dilué, et que l'on épuise à l'éther on sépare l'aldéhyde $CHOH = C(OC^2H^5)CHO$, point de fusion 135°.

*Action des magnésiens mixtes.* — Elle produit un complexe

$$CH(OMgBr) = CBr - CHO,$$

qui détruit par l'eau régénère l'aldéhyde primitive.

Cependant, j'ai pu isoler une petite quantité de l'aldéhyde alcool $CHO - CHBr - CHOH - CH^3$, provenant de l'attaque simultanée par le magnésien de la forme énolique et de la fonction aldéhydique,

$$d = 1,5258, \quad n = 1,5105,$$

*Action de l'uréthane.* — Elle fournit un composé de condensation répondant à la formule

$$(C^2H^5 - CO^2NH)^2 - CH - CBr - CH(NHCO^2C^2H^5)^2.$$

Après cristallisation dans la benzine et dessiccation pendant plusieurs heures dans une étuve à 100°, son point de fusion est 169°-171°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le cyclohexanediol 1.3 (résorcite) : isomères stéréochimiques et dérivés halogénés.* Note de MM. **L. Palfray** et **B. Rothstein**, présentée par M. A. Desgrez.

Nous avons décrit ([1]) le mode de préparation et les propriétés de divers dérivés des cyclohexanediols 1.4 et 1.3, en indiquant que la technique était la même dans les deux cas. Nous avons annoncé ([2]) qu'à partir des benzoates de résorcite nous avions pû isoler les deux isomères stéréochimiques.

Tout récemment, Lindemann et Baumann ([3]), citant partiellement nos travaux, ont décrit à leur tour la préparation des acétates et des benzoates

([1]) L. Palfray et B. Rothstein, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1007, et 189, 1929, p. 189.

([2]) L. Palfray et B. Rothstein, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 45, 1929, p. 683.

([3]) H. Lindemann et H. Baumann, *Ann. der Chem.*, 477, 1929, p. 78.

de résorcite et leurs résultats confirment les nôtres. Mais, par saponification des phényluréthanes et des éthers-oxydes ditrytiliques, ils isolent deux corps qu'ils considèrent comme les résorcites *cis* (F = 83°) et *trans* (masse amorphe). En outre ils décrivent aussi deux dérivés dibromés, l'un solide (F = 112°), l'autre liquide (F = + 1°) et les considèrent d'emblée comme possédant leurs halogènes dans la même position que les oxhydriles du diol, et avec la même structure stéréochimique, sans tenir compte du phénomène d'isomérisation *labile* → *stable* que nous avons montré être si général dans le cas de la quinite.

L'objet de la présente Note est de décrire le mode d'obtention des isomères stéréochimiques de la résorcite et de comparer ensuite leurs dérivés halogénés avec ceux de la quinite.

*Isomères stéréochimiques.* — La plupart des éthers-sels de la résorcite sont liquides. Nous avons pu obtenir à l'état solide les benzoates et les *p*-nitrobenzoates.

Les deux benzoates fondent respectivement à 123°,5 et 65°,5; les *p*-nitrobenzoates à 176°,5 et 154°,5. Les points de fusion ont été pris au bloc Maquenne. Il est à noter que l'isomère fondant le plus haut a toujours été obtenu en proportion bien plus élevée que l'autre (3 fois plus).

La saponification des benzoates a été réalisée de diverses manières : soit par la potasse alcoolique à 100°, soit par la baryte à 100°, soit mieux encore par la potasse alcoolique à 160°, sous une pression de $10^{kg}$. Le benzoate (F = 123°,5) a fourni la résorcite que jusqu'à présent nous appelons *trans;* elle fond à 115°,5. L'autre isomère fourni par le benzoate (F = 65°,5) fond à 84°,5.

Bien plus, une fois en possession de ces cristaux nous avons pu amorcer une solution acétonique de résorcite industrielle, refroidie à — 15° et, réaliser ainsi la séparation directe d'une petite quantité de l'isomère fondant à 115°,5.

Par analogie avec la quinite nous pensons qu'en traitant la résorcite par les chlorures d'acides aliphatiques on a une isomérisation *labile* → *stable* mais que dans le cas du chlorure de benzoyle, à 0°, il n'y a pas d'isomérisation sensible. Des expériences en cours ont cette démonstration pour objet. Nous poursuivons également la résolution de l'isomère trans en ses antipodes optiques et par conséquent l'identification rigoureuse des formes *cis* et *trans*.

*Dérivés halogénés.* — En appliquant à la résorcite la technique que nous

avons décrite à propos de la quinite [1], nous avons obtenu des produits tant solides que liquides, ayant exactement les mêmes constantes que ceux fournis par la quinite.

ClH donne un liquide : $E_{13} = 80°$, qui, à $-15°$, abandonne un solide : $F = 102°$. Par fusion mélangée avec le dichloro provenant de la quinite, pas de dépression.

BrH donne un liquide $E_{15} = 115°$, qui, à $-15°$, abandonne des cristaux d'où l'on sépare deux espèces : $F = 112°$ et $F = 48°$. Pas de dépression par fusion mélangée avec les deux dibromo de la quinite.

Les densités et indices de réfraction des portions liquides sont les mêmes.

Il semble donc impossible d'échapper à cette conclusion qu'*on obtient les mêmes dérivés dihalogénés à partir des deux cyclohexanediols* 1.4 *et* 1.3. Cela suppose à la fois une *isomérisation labile → stable* et une *transposition*. Or, comme il se forme toujours, comme sous-produits dans l'action des hydracides, du cyclohexène-3-ol et un peu de cyclohexadiène 1.3, nous pensons que le mécanisme de la transposition serait le suivant. Sous l'action de l'hydracide il y a déshydratation partielle, puis fixation ultérieure de XH, l'halogène se fixant finalement dans les mêmes positions relatives. Ce mécanisme n'aurait rien d'une *migration* véritable. Nous proposons pour ce phénomène le nom de *pseudo-migration*.

Quant au dibromo $F = 48°$, que Zelinsky et Kozeschkow pensent être l'isomère 1.2 ou 1,3, nous avons des raisons de croire qu'il pourrait encore être un produit de rétrécissement du cycle → bromo-méthyl-1-bromo-3-cyclopentane). Des essais en cours semblent devoir permettre d'élucider ce dernier point.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sélénoxanthydrols. Leur basicité.* Note [2] de M. **F. François**, transmise par M. V. Grignard.

I. Le sélénium peut être engagé dans des chaînes fermées analogues à celles du pyrane et du penthiophène.

Les composés séléniés correspondant aux xanthydrol et phénylxanthydrol

---

[1] L. Palfray et B. Rothstein, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 701.

[2] Séance du 13 janvier 1930.

ne sont pas connus jusqu'ici. Il est cependant intéressant de voir si la substitution du sélénium à l'oxygène pyranique laisse à la molécule de ces hydrols les propriétés si spéciales du xanhydrol, $O\langle{C^6H^4 \atop C^6H^4}\rangle CHOH$.

La préparation du sélénophénol, $C^6H^5-SeH$, rendue possible par la méthode de Taboury, nous a permis d'obtenir, après plusieurs intermédiaires, la sélénoxanthone, déjà décrite par Lesser et Weiss.

Cette sélénoxanthone a été la matière première des hydrols : sélénoxanthydrol et phénylsélénoxanthydrol.

A. *Sélénoxanthydrol* : $Se\langle{C^6H^4 \atop C^6H^4}\rangle CHOH$. — L'hydrogénation de la sélénoxanthone en milieu alcoolique par l'amalgame de sodium nous a fourni le sélénoxanthydrol.

De la sélénoxanthone, agitée, en présence d'alcool éthylique dans lequel elle est très peu soluble, avec de l'amalgame de sodium au $\frac{1}{100}$, en léger excès sur la quantité calculée, s'y dissout en quelques minutes : le mélange s'échauffe de lui-même; le liquide passe par une coloration brun clair, tirant sur le violacé, et devient finalement incolore.

La solution alcoolique, filtrée, est additionnée, peu à peu, de quatre à cinq volumes d'eau distillée. Le sélénoxanthydrol précipite sous la forme d'un produit blanc, volumineux, qu'on essore, lave à fond et sèche dans le vide sec. Le rendement est presque théorique et le produit, ainsi que l'a montré l'analyse, est pur d'emblée.

Le sélénoxanthydrol se présente en flocons blancs, à peine nuancés de jaune, soyeux, très légers. Il s'altère peu avec le temps, et fond nettement, à 115°,5-116°, en un liquide incolore.

Il est soluble, à froid, dans les alcools méthylique et éthylique, dans l'acide acétique, dans le benzène.

B. *Phénylsélénoxanthydrol* $Se\langle{C^6H^4 \atop C^6H^4}\rangle C\langle{C^6H^5 \atop OH}$. — Nous avons pour sa préparation appliqué à la sélénoxanthone la réaction de Grignard.

Une solution éthérée de bromure de magnésium-phényle a été additionnée, petit à petit, de sélénoxanthone bien pulvérisée, en quantité calculée. Chaque addition est accompagnée d'une ébullition de l'éther, et la sélénoxanthone se dissout. On n'ajoute, à nouveau, de celle-ci que lorsque la réaction est calmée. La combinaison magnésienne précipite vers la fin des additions de sélénoxanthone; on termine par un chauffage d'une heure au bain-marie. La masse presque solide est traitée prudemment par de l'eau glacée, puis par de l'acide chlorhydrique étendu, en évitant un excès de réactif. La solution éthérée surnageante est évaporée et laisse une bouillie cristalline d'où l'on enlève la partie huileuse par expression.

Des recristallisations dans l'éther de pétrole fournissent le phényl-

sélénoxanthydrol en cristaux, groupés en rosettes compactes, et fondant vers 105°.

Il est facilement soluble dans l'alcool, l'acide acétique et, à chaud, dans l'éther de pétrole (bien plus facilement que le phénylxanthydrol).

II. *Basicité de ces hydrols.* — M. Fosse a montré, le premier, que les alcools, xanthydrol et dinaphtopyranol, présentent, en milieu acide, une vive coloration, liée à la formation de véritables sels colorés, les sels de pyryle, et a décrit toute une série de chlorures doubles pyrylés et de métaux divers. Cette propriété tout à fait remarquable paraît liée à l'oxygène de la chaîne pyranique.

Werner, étudiant le thioxanthydrol, reconnaissait à ses solutions acides des propriétés analogues.

Nous avons voulu voir si le sélénium imprimait à la chaîne fermée les mêmes caractères.

Le sélénoxanthydrol se dissout dans les acides minéraux, sulfurique et chlorhydrique, en donnant des solutions de coloration rouge groseille, beaucoup plus foncées que celles des homologues sulfurés et surtout oxygénés, et qui sont hydrolysées par addition d'eau.

La solution acétique-chlorhydrique de cet alcool donne, avec les solutions chlorhydriques et acétochlorhydriques de beaucoup de chlorures métalliques, des précipités abondants, cristallisés, vermillon, de chlorures doubles. Entre autres, le chlorure mercurique et le chlorure ferrique donnent respectivement les chlorures :

$$HgCl^2, \left[Se\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]Cl \quad \text{et} \quad FeCl^3, \left[Se\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]Cl.$$

Le phénylsélénoxanthydrol, dont les solutions acides présentent la même coloration, rouge-groseille foncé, reprécipite inaltéré de sa solution chlorhydrique par addition de beaucoup d'eau ou d'ammoniaque. Ses solutions acétochlorhydriques, réagissent comme celles du précédent, vis-à-vis de celles des chlorures métalliques, notamment celles de $HgCl^2$ et $FeCl^3$.

Le remplacement par le sélénium de l'oxygène ou du soufre des chaînes des xanthydrol et thioxanthydrol n'altère donc pas le caractère basique de ces alcools.

GÉOLOGIE. — *Observations stratigraphiques et paléontologiques nouvelles sur le Crétacé inférieur et moyen de la province de Maintirano (Ouest de Madagascar).* Note [1] de M. **H. Besairie** et Mlle **E. Basse**, présentée par M. Pierre Termier.

La province de Maintirano a fait, au cours de ces dernières années, l'objet de plusieurs travaux [2]. Les recherches que nous avons effectuées récemment, en 1928, apportent, en ce qui concerne le Crétacé, quelques données stratigraphiques et paléontologiques nouvelles.

Stratigraphie. — *Éocrétacé.* — 1° Recouvrant directement les marnes à *Duvalia* (*D. polygonalis* Blainv. d'après L. Barrabé), l'Éocrétacé débute par des calcaires glauconieux, épais de 20m, bien visibles dans l'anticlinal d'Andrafiavelo, où ils contiennent : *Hoplites* (*Acanthodiscus*) *Michaelis* Uhlig, *Holcostephanus Mojsvari* Uhlig, *Garnieria angulosa* Sayn, *Phylloceras semisulcatum* d'Orb., Céphalopodes qui, en Europe, caractérisent le Valanginien.

*Il convient donc d'attribuer aux marnes à Duvalia sous-jacentes un âge tithonique, ou tout au plus berriasien, et non pas valanginien, comme il a été dit jusqu'ici.*

2° Au-dessus viennent des marnes, de 1 à 2m d'épaisseur, où abondent de curieuses concrétions calcaires en forme de baguettes irrégulièrement tuberculées.

*Mésocrétacé.* — Une lacune stratigraphique sépare les couches précédentes d'une puissante série gréseuse, épaisse d'au moins 200m, désignée par L. Barrabé sous le nom de complexe gréso-marneux d'Antsalova, et où il distingue trois termes :

1° *Grès inférieurs*, non fossilifères, dont l'âge reste encore indéterminé.

2° *Grès et marnes intermédiaires*, dont la partie supérieure présente, dans les collines situées entre le Manambolo, Bekopaka et Ankilimokotra (subdivision d'Antsalova), deux niveaux fossilifères superposés qui nous ont fourni respectivement :

---

(1) Séance du 13 janvier 1930.

(2) Le travail récent de L. Barrabé [*Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique de la région médiane du pays Sakalava* (*Thèses Fac. Sciences*. Paris, 1929)] contient toutes les références bibliographiques et cite, en particulier, les Notes de L. Bertrand et L. Joleaud.

*a*. *Acanthoceras Harpax* Stol., *Vascoceras polymorphum* Perv., *Mammites conciliatus* Stol., *Fasciolaria rigida* Baily, *Fulguraria elongata* d'Orb. (niveau inférieur).

*b*. *Prionotropis Douvillei* Perv., *Mammites conciliatus* Stol., *Mammites* (*Pseudaspidoceras*) *armatus* Perv., *Neoptychites cephalotus* Court., *Neoptychites xetriformis* Perv., *Fagesia superstes* Kossm., *Pseudotissotia* (*Leoniceras*) *Pavillieri* Perv., *Schlœnbachia obesa* Stol., *Puzosia planulata* Sow. var. *otacodensis* Kossm., *Puzosia Gaudama* Forbes, *Puzosia indopacifica* Kossm. (niveau supérieur).

Ces deux niveaux, avec des faunes remarquables, caractérisent le Turonien inférieur. Jusqu'ici le Turonien inférieur à facies bathyal, riche en Ammonites (*Fagesia*, *Mammites*, *Neoptychites*), n'était connu que dans le sud-ouest de l'île (province de Tuléar), où M[lle] Basse a signalé sa présence, d'après les récoltes du regretté Colcanap.

3° *Grès supérieurs*, dont l'âge devient au moins turonien supérieur.

*Néocrétacé*. — Le complexe gréso-marneux précédent est recouvert par de vastes coulées basaltiques. Un horizon fossilifère, situé à une dizaine de mètres au-dessus des basaltes, renferme *Mortoniceras texanum* Roemer, fossile caractéristique du Santonien inférieur en Europe; nous n'avons rencontré aucun fossile coniacien.

Nos observations stratigraphiques et nos récoltes permettent donc d'affirmer que, *dans la province de Maintirano, les épanchements basaltiques qui couvrent d'immenses surfaces, ont eu lieu entre le Turonien inférieur et la base du Santonien.*

Paléogéographie. — *Faune valanginienne.* — Ce qu'on en connaît jusqu'ici présente de très grandes affinités avec les faunes valanginiennes bathyales du géosynclinal alpin : Balkan oriental, Karpathes (schistes de Teschen), etc.

*Faune turonienne*. — Le genre *Puzosia*, dont les représentants se raréfient au Turonien, comporte, dans la province de Maintirano, comme dans celle de Tuléar, les mêmes espèces que dans l'Inde.

Parmi les autres Céphalopodes, de physionomie très spéciale, certains : *Acanth. Harpax* Stol., *Vascoceras polymorphum* Perv., *Mammites conciliatus* Stol., *Schlœnbachia obesa* Stol., se trouvent aussi dans l'Inde, d'autres : *Mammites* (*Pseudaspidoceras*) *armatus* Perv., *Prionotropis Douvillei* Perv., *Neoptychites xetriformis* Perv., *Pseudotissotia* (*Leoniceras*) *Pavillieri* Perv., dans l'Afrique du Nord, quelques-uns enfin : *Neoptychites cephalotus* Court., *Fagesia superstes* Kossmat, sont communs aux trois régions.

Des associations analogues ont été signalées[1] en Égypte et en Palestine.

Jusqu'à aujourd'hui, les données paléontologiques concernant le Turonien inférieur permettaient de reconstituer le trajet de la zone bathyale, particulièrement favorable à l'épanouissement de cette faune d'Ammonites très spéciales (*Vascoceras*, *Fagesia*, *Neoptychites*, etc.). La zone couvrait partiellement l'Afrique du Nord, l'Égypte, la Palestine et l'Inde; de plus, la présence de *Fagesia*, *Neoptychites*, etc., connues dans le sud-ouest de Madagascar (province de Tuléar), y attestait aussi son existence.

Mais jusqu'ici, dans le canal de Mozambique, tant à l'Est qu'à l'Ouest, on ne connaissait encore aucun représentant bien caractéristique de cette faune singulière, à l'exception des fossiles de Tuléar; *d'où l'intérêt paléogéographique des récoltes effectuées dans la région moyenne de Madagascar, qui jalonnent le trajet de la zone bathyale du Turonien inférieur, entre l'Inde et le Sud-Ouest malgache.*

GÉOLOGIE. — *Sur quelques points nouveaux de la Géologie du Soudan Occidental (Diawara, Kaarta et Fouladougou).* Note de M. **Raymond Furon**, présentée par M. L. Cayeux.

Les principaux points nouveaux exposés dans cette Note sont le résultat d'études géologiques faites sur le terrain de 1927 à 1929. Le Kaarta et le Fouladougou étaient encore inconnus au point de vue géologique.

*Le pays Diawara.* — Le pays Diawara est situé à l'est de Nioro. Il est habité par des Diawaras, des Peulhs et très fréquenté par les Maures.

D'une étude détaillée de la région, je retiendrai la présence d'une nouvelle zone calcaire au sud immédiat du village de Néma, c'est-à-dire à $20^{km}$ au sud de la zone calcaire déjà connue de Sirakoro.

Les calcaires de Néma sont métamorphisés au contact des diabases et si largement cristallisés parfois que j'ai pu y recueillir des rhomboèdres de calcite de plusieurs centimètres de côté.

*Le Kaarta.* — Le Kaarta est une région accidentée, limitée au Nord par la zone sableuse du sud de Nioro, au Sud par le Baoulé, à l'Ouest par la vallée de la Dorouma-Ko, à l'Est par la vallée de la Milka-Ko.

---

(1) Mentionnons en particulier le Mémoire récent de M. H. Douvillé, *Les Ammonites de la Craie supérieure en Égypte et au Sinaï* (*Mém. Ac. Sc.*, **60**, 1928, p. 1-44, pl. I-VII).

Ce pays, considéré jusqu'à maintenant comme un plateau gréseux, est en réalité constitué par un grand massif de diabases, faisant suite à l'Est à celui qui couvre le cercle de Bafoulabé.

Je désigne sous le nom générique de « diabases » tout un ensemble de roches qui, examinées en lames minces, vont des diorites quartzifères (rares) aux diabases vraies en passant par les gabbros.

Le massif diabasique qui mesure 80$^{km}$ du Nord au Sud et 60$^{km}$ de l'Est à l'Ouest est ininterrompu. Sa limite nord passe au sud de Dalibéra et Kaïnéra, aux environs de Bamadingué et de Diabira. A l'Ouest, il domine de loin la vallée de la Dorouma-Ko et au sud, celle du Baoulé. A l'Est, il n'atteint pas la Milka-Ko, s'arrêtant aux environs de Guémoukouraba, Sakora et Faréna.

Au delà de ces limites, j'ai observé quelques pointements isolés près de Kamissakidé, Madiga, Kaïnéra, Faréna et Ouassadan.

Des roches sédimentaires sont visibles dans le Kaarta, en bordure du massif diabasique et dans le centre : ce sont des schistes et des pélites, puis des grès.

Dans le centre du Kaarta, un peu à l'est du village de Néguébougou, j'ai étudié de petites montagnes dont les pentes abruptes formaient une excellente coupe naturelle : les schistes et les pélites, de couleur foncée, reposent sur les diabases. La même succession est visible près de Sitakoto et tout à fait au Nord-Est près de Guessembiné, à l'Est aux environs de Faréna.

Partout, la venue diabasique est postérieure au dépôt des schistes, car ceux-ci sont métamorphisés et digérés dans les zones de contact.

Les schistes et les pélites sont également visibles tout autour du massif diabasique, constituant sur la carte une sorte d'auréole.

Quant aux grès, je les ai vus au nord de Bougoutinté à Dalibéra, à l'Est, près de Sakora et de Faréna, enfin, au Sud, dans toute la vallée du Baoulé. Leurs relations stratigraphiques avec les schistes sont rarement visibles ; au Nord, elles ne le sont pas, non plus qu'au Nord-Est. Par contre, au Sud-Est, dans la région de Faréna et Ouassadan, aucun doute n'est possible : les schistes et les pélites sont au-dessus des grès.

En résumé, cette notion nouvelle de la géologie du Kaarta nous amène à reporter de près de 100$^{km}$ vers l'Est la limite orientale des diabases.

*Le Fouladougou.* — Le Fouladougou est limité au Nord par les vallées du Baoulé et Kaarta, au Sud, par la voie ferrée de Kita. Je l'ai traversé du Nord au Sud, depuis les ruines de Niantankoura, sur le Baoulé, jusqu'à Kita,

reprenant l'ancienne route des caravanes, suivie par le lieutenant Mage et le Dr Quintin; bien avant la conquête (¹).

La partie sud est essentiellement constituée par un plateau gréseux.

Par contre la région inhabitée comprise entre les ruines de Niantankoura et Mambiri est beaucoup plus variée.

Le sous-sol profond est constitué par des grès blancs et roses, à stratification entrecroisée, souvent très métamorphisés par le voisinage de roches éruptives.

Au-dessus viennent des schistes, des quartzites et des pélites semblables à ceux du Kaarta. Les points où l'on peut voir leurs relations avec les grès sont rares : entre la montagne de Dioumi et la mare de Taliko. Enfin, il existe des pointements de diabase qui constituent des reliefs relativement importants, des collines de plus de 50 mètres. Ce sont, du Nord au Sud : une montagne située à l'ouest de la piste, à 6km au sud du Baoulé, puis la montagne de Dioumi, trois collines constituant le bassin de réception du Sibindikélé et une montagne à 1km au nord des ruines de Taliko.

A l'est de cette ligne de pointements éruptifs, le plateau gréseux se termine par une falaise dominant la vallée du Baninko.

*Conclusion.* — L'étude stratigraphique des grès et des schistes dans le Fouladougou, le Kaarta, le Diawara et le Hodh, m'amène à cette conclusion qu'il existe au Soudan occidental deux séries de grès : l'une inférieure, l'autre supérieure aux schistes, quartzites, calcaires et pélites. Aucun fossile ne permet actuellement de dater avec certitude ces formations horizontales qui s'étendent sur d'immenses surfaces, mais nous avons des éléments de comparaison : au Nord les grès tassiliens et les schistes à graptolithes du Sahara et plus près, au Sud-Ouest, en continuité topographique, les grès gothlandiens de la Guinée. Les couches inférieures des grès de Guinée sont fossilifères à Télimèlé (²) (*Monograptus priodon* Bron., *Monograptus Riccartonensis* Lapworth, *Petiolites Geinitzianus* Barrande) (³). Quant à la partie supérieure des grès, elle est dévonienne en Mauritanie et au Sahara.

---

(¹) E. Mage, *Voyage dans le Soudan occidental*, Paris, Hachette, 1868.

(²) Sinclair, *Sur l'âge des grès de la Guinée française* (*Comptes rendus*, **166**, 1918, p. 417-418).

(³) G. Lecointre et P. Lemoine, *Sur les graptolithes gothlandiens de la Guinée française* (*C. R. Congrès A. F. A. S.*, Liége, 1924, p. 387-388).

PÉDOLOGIE. — *Rôle du soufre dans la formation de la terre végétale.* Note [1] de M. LAURENT RIGOTARD, présentée par M. Lucien Cayeux.

En étudiant la formation des sols sur les montagnes, c'est-à-dire, comme je l'ai montré, en un lieu de choix, pour bien observer les facteurs concourant à la naissance de la terre arable, j'ai été amené, dès le début de mes recherches, à attribuer au soufre un rôle important, non seulement dans la désagrégation des roches, mais aussi sur le développement de la végétation. C'est d'ailleurs en observant une terre riche en végétation, dans le voisinage d'un filon de minerai sulfuré, que mon attention a été attirée sur la question, en 1923.

Le soufre peut jouer un rôle aux points de vue physique et chimique dans la formation des sols, parce qu'il existe, le plus souvent, à l'état de sulfures métalliques dans les roches cristallines; les pyrites exposées à l'air dans les roches désagrégées étant rapidement oxydées et transformées en sulfate, forme sous laquelle on les retrouve dans les sols à la disposition des organismes qui ont tous un besoin plus ou moins impérieux de soufre pour se développer.

Voici l'analyse d'une terre située vers 2700$^m$ d'altitude, sur le Taillefer, dont le sommet s'élève à 2860$^m$ environ en bordure du massif de l'Oisans dans les Alpes françaises.

L'analyse agronomique m'a révélé les teneurs suivantes dans la terre fine de 1$^{mm}$ [2] :

| | | |
|---|---|---|
| Azote | 6,78 | pour 1000 |
| Acide phosphorique en $P^2O^5$ | 1,08 | » |
| Acide sulfurique $SO^3$ | 2,90 | » |
| Potasse $K^2O$ | 0,95 | » |
| Chaux CaO | 3,32 | » |
| Magnésie MgO | 2,27 | » |

Il s'agit, on le voit, d'une terre qui, à l'analyse agronomique classique, se montre fertile, très riche en azote, c'est-à-dire en humus, et où la dose de sulfate est aussi élevée.

Je me suis attaché depuis à doser les sulfates dans un certain nombre de

---

(1) Séance du 13 janvier 1930.

(2) L. RIGOTARD, *Contribution à l'étude des terres de montagne* (*Revue générale des Sciences*, 37, IV, 1926, p. 99).

terres de montagnes, examinées avec l'aide de M. Marcel Gauchou, en mon Laboratoire d'Agronomie alpine. Ces études étaient faites sous le patronage de l'Institut des Recherches agronomiques [1].

Pour bien montrer la corrélation positive qui existe entre le développement de la végétation et la teneur en sulfates, je donne ci-dessous un tableau d'analyses de 19 terres rangées par ordre de teneur décroissante en azote pour 1000. J'ai fait figurer, outre le dosage des sulfates, celui de l'acide phosphorique dont MM. Gabriel Bertrand et Silberstein ont rappelé récemment la relation avec le soufre des végétaux (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 886).

| Échantillons. | Altitude. | Az. | $SO^3$. | $P^2O^5$. |
|---|---|---|---|---|
| Villard-Notre-Dame (Isère) (1925) $S_4$ | 1700 m | 10,30 | 1,71 | 2,06 |
| » » $S_3$ | 1575 | 9,64 | 1,37 | 3,30 |
| » » $C_3$ | 2355 | 8,25 | 1,23 | 1,58 |
| » » $M_3$ | 2355 | 8,19 | 1,20 | 1,54 |
| Taillefer (1923) | 2700 | 6,78 | 2,90 | 1,08 |
| La Pra (Isère) (1924) $M_3$ | 2100 | 5,06 | 1,09 | 1,52 |
| » » $S_3$ | 2550 | 5,06 | 1,03 | 3,10 |
| Villard-Notre-Dame (1925) $T_3$ | 2355 | 4,66 | 1,09 | 1,26 |
| La Pra (1924) $Q_4$ | 2125 | 3,88 | 1,50 | 2,83 |
| La Grave (Hautes-Alpes) (1925) $U_3$ | 3208 | 3,38 | 0,34 | 2,60 |
| La Pra (1924) $T_3$ | 2260 | 2,17 | 0,63 | 1,35 |
| » » $U_3$ | 2700 | 2,00 | 1,57 | 3,19 |
| » » $N_4$ | 2700 | 1,81 | 0,82 | 1,45 |
| Villard-Notre-Dame (1926) $T_3$ | 1200 | 1,80 | 0,96 | 1,58 |
| » (1924) $S_3$ | 2390 | 1,78 | 1,11 | 1,05 |
| La Grave (1925) $V_4$ | 2900 | 1,70 | 0,49 | 1,75 |
| Villard-Notre-Dame (1924) $V_4$ | 2150 | 1,02 | 0,68 | 1,67 |
| La Pra (1924) $O_3$ | 2400 | 0,66 | 0,41 | 1,29 |
| » » $S_1$ | 2235 | 0,25 | 0,89 | 1,88 |
| Moyenne générale | | 4,12 | 1,10 | 1,89 |

On voit que, sauf dans quelques cas, d'ailleurs la plupart spéciaux, la teneur en sulfates croît avec la teneur en azote. Ceci confirme le rôle du soufre dans la formation de la matière humique, c'est-à-dire de la terre végétale en définitive. Sur 19 dosages de sulfate, 11 donnent une teneur supérieure à 1 pour 1000, moyenne 1,40; ils correspondent à une teneur moyenne en azote de 5,96 et en acide phosphorique de 2,04. Par

(1) L. Rigotard, *Étude sur la formation des terres arables d'origine continentale Annales de la Science agronomique*, 45, 1928, p. 1).

contre, 8 dosages de $SO^3$ inférieurs à 1 pour 1000 donnent une moyenne de 0,65 pour 1000 correspondant à une teneur moyenne en azote de 1,59 et en acide phosphorique de 1,69 pour 1000. On voit donc que, dans la série la plus riche en azote, c'est-à-dire en matière humique et en végétation, la dose de sulfate est la plus élevée. Le rôle du soufre dans la formation de la terre végétale est, en définitive, le suivant. Il agit :

1° Dans la désagrégation physique de la roche qui le contient le plus souvent à l'état de sulfure;

2° Dans la modification chimique des roches;

3° Dans le développement des organismes qui contribuent, eux aussi, puissamment, à la formation des sols arables.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de Solénopores dans les formations oolithiques et pisolithiques du Lusitanien de Mortagne (Orne).* Note de M. **Louis Dangeard**, présentée par M. L. Cayeux.

Au cours d'une excursion récente, j'ai trouvé de beaux exemplaires de *Solenopora* dans le Jurassique de l'Orne.

Les Solénopores, considérées comme des algues calcaires voisines des Mélobésiées actuelles, forment des nodules qui jouent un rôle important dans certaines formations calcaires du Primaire. Jusqu'à présent les terrains secondaires n'ont fourni que de rares gisements. En 1926, Mme Lemoine et M. G. Delépine [1] ont annoncé la découverte du genre *Solenopora* dans le Jurassique de France (Bathonien et Argovien des Ardennes). En 1929, M. Peterhans [2] a montré que le genre *Pseudochætetes*, créé par Haug, se rapportait aux Solénopores : l'échantillon correspondant provient du Malm moyen de la Champagne.

Les gisements nouveaux que je signale appartiennent au Lusitanien. Ils sont situés à quelques kilomètres de Mortagne, le premier, dans une carrière voisine du bourg de Loise, l'autre, dans un chemin creux passant dans un tunnel sous la voie ferrée d'Alençon. Les échantillons ont été extraits d'une gangue de calcaire oolithique et pisolithique contenant des colonies de Poly-

---

(1) Mme P. Lemoine et G. Delépine, *Découverte du genre* Solenopora *dans le Jurassique de France* (*Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 798).

(2) E. Peterhans, *Les Algues jurassiques* Solenoporella *et* Pseudochætetes (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e série, **29**, 1929, p. 3).

piers, des moules de Gastropodes et de Lamellibranches : c'est le calcaire corallien de la carte géologique, calcaire qui a une grande extension dans la région et qui se présente généralement en masses mal stratifiées, ou même compactes, contenant, par places, des buissons de Polypiers, des moules de *Diceras* et de Nérinées.

Les *Solenopora* forment, dans les deux gisements cités, des nodules de taille variable (de la grosseur d'une noix à celle de la tête), de forme généralement plus large que haute. La surface externe, lorsqu'elle n'est pas empâtée dans la gangue, laisse voir des protubérances irrégulières. En sectionnant les nodules, on est surpris d'observer une délicate teinte rose ou lie de vin, répartie suivant des zones concentriques relativement larges (2 à $3^{mm}$), qui laissent entre elles de minces bandes blanches. Cette coloration semble bien due à la conservation du pigment de l'algue, comme dans le cas des échantillons provenant des Ardennes et d'Angleterre ([1]). Les zones concentriques présentent de nombreuses ondulations qui témoignent d'une croissance irrégulière. Les nodules sont fréquemment accidentés de perforations, de déchirures remplies de calcaire oolithique.

L'examen microscopique, en coupe longitudinale et transversale, des files cellulaires conservées, confirme la détermination que permettent déjà d'établir l'aspect général des échantillons et le coloris si particulier des zones de croissance.

Il est probable que les dépôts coralliens, si abondants dans le Jurassique de France, fourniront d'autres gisements; ceux qui sont connus jusqu'à ce jour témoignent, en effet, que les solénopores jurassiques, comme celles du Primaire, étaient associées à des formations coralliennes et oolithiques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les variations de coloration des plantes au cours de leur dessiccation. Sur un nouveau chromogène, l'orobérol, retiré de l'*Orobus tuberosus L. Note de MM. **M. Bridel** et **C. Charaux**, présentée par M. L. Mangin.

L'*Orobus tuberosus* L. est une plante de la famille des Légumineuses-Papilionacées, qu'on trouve dans les bois et sur la lisière des forêts de presque toute la France.

---

([1]) Mme P. Lemoine, *Les* Solenopora *du Jurassique de France* (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, 27, 1927, p. 405).

Séchée à l'air, sans précaution, cette plante prend une teinte noir bleuâtre très foncée, tout à fait caractéristique.

Quand on plonge la plante fraîche dans une atmosphère saturée d'éther, on voit très rapidement la teinte verte passer au noir bleuâtre. Les vapeurs d'éther ont provoqué la plasmolyse et le noircissement est dû à l'action d'un ferment soluble sur un principe chromogène.

Nous avons appliqué, à la plante fraîche et à la plante sèche, la méthode biochimique de Bourquelot à l'émulsine et notre méthode biochimique à la rhamnodiastase. Nous avons reconnu que l'*Orobus tuberosus* L. renferme, à la fois, un glucoside hydrolysable par l'émulsine [1] et un glucoside hydrolysable par la rhamnodiastase.

Toutefois, ni l'un ni l'autre de ces deux glucosides ne représente le chromogène, cause du noircissement de la plante, aussi bien par dessiccation que par plasmolyse.

Nous avons extrait ce chromogène de la façon suivante :

*Préparation.* — Les plantes sèches, ayant conservé leur teinte verte, ont été traitées par l'alcool à 60° bouillant. La solution alcoolique a été distillée à l'alambic. Le liquide aqueux résiduel a été filtré chaud pour séparer la chlorophylle, puis, encore tiède, épuisé, à plusieurs reprises par de l'éther. L'oroboside, le glucoside hydrolysable par l'émultine, cristallise très rapidement dans le liquide aqueux. Après séparation de l'oroboside, le liquide est acidifié par l'acide sulfurique au dixième qui provoque la formation d'un abondant précipité. On agite le liquide contenant le précipité avec de l'éther. La solution éthérée, déshydratée, est distillée à sec et le résidu est repris par 200 parties d'eau bouillante. La solution filtrée laisse déposer, par refroidissement, l'orobérol cristallisé. On le purifie par des cristallisations dans l'alcool à 30° et dans l'eau.

Les rendements en orobérol pur sont assez variables, de $0^g,75$ à $0^g,176$ pour $100^g$ de plantes sèches.

*Propriétés.* — L'orobérol cristallisé dans l'eau se présente sous la forme d'une poudre cristalline, à aspect nacré, de couleur rose pâle, constituée par de fines lamelles séparées ou groupées, paraissant incolores.

Il renferme 4,59 pour 100 d'eau de cristallisation qu'il perd dans le vide, à $+60°-70°$, sans s'altérer. Il fond instantanément au bloc Maquenne à $+290°$.

---

(1) Ce glucoside a été obtenu à l'état cristallisé, ainsi que son produit d'hydrolyse non glucidique. Nous reviendrons plus tard sur ses propriétés et nous le désignons, dès maintenant, sous le nom d'*oroboside* et son produit d'hydrolyse sous celui d'*orobol*.

En solution alcoolique, il est inactif sur la lumière polarisée. Il est réducteur : $1^g$ d'orobérol cristallisé réduit comme $0^g,368$ de glucose.

L'acide sulfurique le dissout en donnant une solution très légèrement verte, virant à la teinte lie de vin intense par addition d'une trace d'acide azotique.

Si l'on ajoute peu à peu de la soude à 1 pour 100 dans une solution d'orobérol dans l'alcool dilué, il se développe une magnifique coloration vert émeraude, disparaissant par addition d'un excès de soude.

En solution alcoolique, l'orobérol donne, par addition d'une solution de perchlorure de fer au centième, une coloration lie de vin, passant au violet.

L'eau iodée colore la solution d'orobérol en bleu, l'eau de Javel donne un bleu noir intense disparaissant avec un excès de réactif.

Le suc glycériné de *Russula delica* donne, avec une solution d'orobérol libre, une teinte rouge. Pour obtenir la teinte bleue, il faut opérer avec l'orobérol à l'état de sel alcalin ou alcalino-terreux. L'orobérol se conduit, dans cette dernière réaction, comme le bolétol de M. G. Bertrand (1).

L'orobérol se dissout dans la solution saturée de bicarbonate de sodium en dégageant du gaz carbonique : c'est donc un acide.

L'orobérol n'est pas azoté.

Nous proposons la formule $C^{18}H^{14}O^{8}$ qui concorde avec toutes les propriétés que nous avons déterminées :

| | Trouvé | | | Calculé pour |
|---|---|---|---|---|
| | I. | II. | Moyenne. | $C^{18}H^{14}O^{8} = 358$. |
| C pour 100 | 59,98 | 59,52 | 59,75 | 60,33 |
| H pour 100 | 3,90 | 4,02 | 3,96 | 3,91 |

L'orobérol cristallisé renferme 1 $H^2O$. Trouvé : 4,59 pour 100. Théorie, 4,78.

L'orobérol renferme deux fonctions acide libre ou une fonction acide et une fonction lactone très labile.

Il diffère du bolétol de M. G. Bertrand qui possède une coloration rouge foncé.

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 27, 1902, p. 454.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variation de la perméabilité des cellules au cours de la végétation chez une plante ligneuse.* Note de M. **B. Soyer**, présentée par M. Molliard.

Dans ses recherches sur les variations qu'éprouvent les substances azotées dans les différents organes de Hêtres jeunes, R. Combes ([1]) a déterminé l'importance et les limites des deux grandes migrations qui se produisent, l'une au printemps, au début de la période active de végétation, des tiges et des racines vers les jeunes feuilles en voie de croissance, et l'autre en automne, à la fin de la période active de végétation, des feuilles jaunissantes vers les organes vivaces.

Dans le but de pénétrer le mécanisme intime de ces phénomènes R. Combes et M. Pincy ([2]) ont recherché quelles sont les variations qualitatives de la matière azotée qui précèdent, accompagnent et suivent les grandes migrations; ainsi, avant, pendant et après celles-ci ils ont pu préciser le sens et l'amplitude des phénomènes de protéolyse et de protéogénèse.

Il y avait lieu de se demander ce que devenait la perméabilité cellulaire pendant toutes ces transformations; restait-elle constante ou au contraire se modifiait-elle? Dans ce dernier cas, son étude au cours de l'année, et particulièrement aux époques où se produisent les mises en circulation des grandes masses de substances, pouvait fournir des renseignements utiles dans l'étude du mécanisme des phénomènes de migration.

La perméabilité des cellules a été étudiée dans la tige et la feuille du Chêne qui se prête mieux que le Hêtre aux recherches de cette nature; elle a été déterminée par le temps de pénétration, dans des coupes d'une épaisseur de $20\mu$ environ, d'une solution à 1 pour 1000 d'azotate de potassium; le moment de la pénétration a été recherché sur ces coupes, préalablement lavées à l'eau distillée, au moyen d'une solution sulfurique de diphénylamine à $1^{g}$ pour $1000^{cm^3}$ d'acide sulfurique pur.

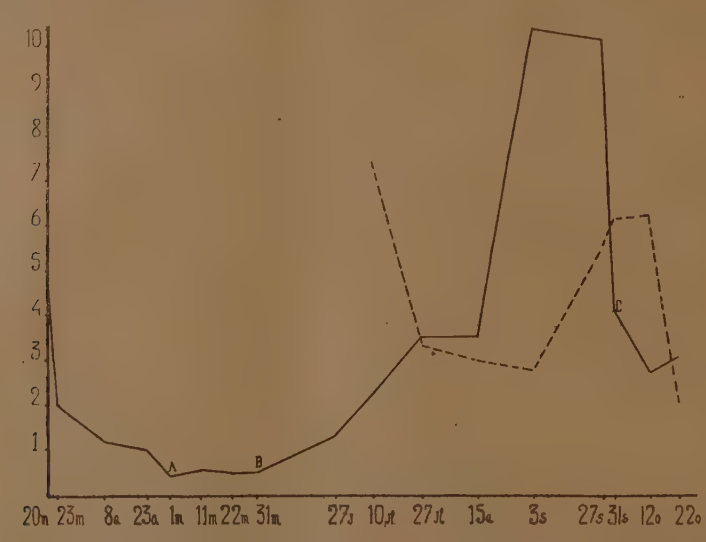
Chaque expérience a été faite sur quatre tiges ou quatre feuilles d'un Chêne adulte du Bois de Boulogne. Dans ces deux organes, durant la série de déterminations faites du 20 mai au 22 octobre, la variation des moyennes

---

([1]) R. Combes, *Annales de Physiologie*, 3, 1927, p. 333.

([2]) R. Combes et M. Piney, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 79, et 189, 1929, p. 942.

du temps de pénétration, mesurant la perméabilité cellulaire de chaque lot, est représentée par le graphique ci-dessous.




Courbes de la variation du temps de pénétration de l'azotate de potassium, exprimé en heures, et correspondant à la période comprise entre le 20 mars et le 22 octobre 1939.

——— Courbe relative à la tige.

– – – – Courbe relative à la feuille.

A, début de l'ouverture des bourgeons; B, fin de la croissance en longueur des tiges; C, jaunissement des feuilles.

L'examen du graphique conduit aux conclusions suivantes :

A. La perméabilité de la tige et de la feuille du Chêne varie dans de très larges limites, au cours d'une année de végétation; ces variations se font dans le même sens pour les deux organes, mais elles sont, dans la tige, plus intenses et plus précoces que dans la feuille.

B. La courbe de la perméabilité des tissus de la tige montre :

*a*. Deux augmentations : l'une avant l'ouverture des bourgeons, c'est-à-dire pendant la protéolyse, et avant la grande migration printanière; l'autre, à la fin de septembre, précédant le jaunissement, c'est-à-dire pendant la grande migration automnale.

*b*. Une diminution notable en juin et juillet, intense à la fin d'août; que nous nous bornons à constater sans chercher, pour le moment, à l'expliquer.

*c*. Une stabilisation nette à une valeur très élevée, pendant le mois d'avril jusqu'à la fin de la croissance en longueur des jeunes pousses.

C. La courbe de la perméabilité de la feuille montre des variations analogues à celles constatées dans la tige, mais retardées par rapport à ces dernières :

*a*. Deux augmentations : l'une, d'abord brusque puis plus lente, depuis la fin de la

croissance de l'organe jusqu'au début de septembre; l'autre au milieu d'octobre pendant le jaunissement.

*b*. Une diminution importante en septembre.

On peut conclure de ces recherches que les grandes migrations printanière et automnale, qui se produisent dans les organes du Chêne sont accompagnées de modifications profondes de la perméabilité cellulaire, modifications ayant pour conséquence de faciliter la circulation des liquides à l'intérieur des tissus.

ZOOLOGIE. — *Sur la valeur de la méthode de la* lecture des écailles *appliquée aux poissons de la zone intertropicale*. Note (¹) de M. **P. Chevey**, présentée par M. L. Joubin.

La méthode de lecture des écailles, base de toute recherche sur la biologie des poissons, avait toujours vu son application limitée aux régions tempérées, en raison de la nature même du phénomène naturel auquel on la croyait exclusivement liée jusqu'ici, le rythme thermique estivo-hivernal. Or, jusqu'à quelle latitude, vers l'Équateur, les variations thermiques conservent-elles assez d'amplitude pour marquer les écailles? En examinant, dans les riches collections de l'Institut Océanographique de l'Indochine, à Nhatrang, deux séries d'individus de tailles comparables d'une espèce très commune, *Synagris japonicus* Bloch, l'une du Tonkin, l'autre de Cochinchine, j'ai observé des zones concentriques d'arrêts de croissance sur les exemplaires tonkinois, alors que la croissance des individus cochinchinois est parfaitement régulière et continue; mêmes résultats sur diverses autres espèces : *Scolopsis bimaculatus* Rüppell, *S. Vosmeri* Bloch, *Pristipoma argenteum* Forskål, *Sciaena Vogleri* Blkr., etc. L'interprétation des faits n'est pas douteuse : *l'hiver tonkinois marque les écailles, alors que rien de semblable ne se manifeste en Cochinchine*, et l'Indochine occupe, au regard de ce problème, une situation privilégiée, du fait de la direction générale Nord-Sud de sa côte. Diverses conclusions découlent de ces faits; si l'on se base sur les résultats des récentes campagnes du *de Lanessan* (²) (chalutier de l'Institut Océanographique d'Indochine) et sur ceux plus anciens du

---

(¹) Séance du 13 janvier 1930.

(²) A. Krempf, *Rapport sur le fonctionnement du Service Océanographique des pêches de l'Indochine en* 1927-1928, Notes, n° 11, p. 9.

*Challenger*, dans la mer de Chine, on constate que la température estivale des couches superficielles (de 0 à 50$^m$, profondeur maxima à laquelle ont été chalutés les poissons examinés), aux latitudes du Nord Annam et du Tonkin, est de 27° à 28° C., la température hivernale de 23° à 24° C. Un écart de 4° à 5° C. seulement semble donc suffisant pour provoquer un ralentissement de croissance chez les poissons, et son inscription sur les écailles.

En deuxième lieu, si nous trouvons dans le Sud des espèces à écailles marquées, c'est qu'elles auront passé l'hiver dans le Nord, et inversement, si dans le Nord, nous observons des espèces à écailles non marquées, c'est qu'elles auront passé la mauvaise saison dans le Sud ; c'est là une méthode de choix pour l'étude du problème des migrations.

Enfin, certaines observations pourront nous donner des indications, d'ordre hydrologique, très précises : les espèces prises au large du Cap Varella ont des écailles avec marques hivernales, par contre, celles de la baie de Honc-Cohé, à 22 milles plus au Sud, ont une croissance régulière et continue. C'est vraisemblablement aux courants froids venus du Nord, pendant la mousson de NE, que sont dus les « marquages » d'écailles au large des côtes, alors que dans les baies de cette région, toutes remarquablement abritées du côté du Nord, le phénomène ne se produit pas. Cette hypothèse, basée sur des faits d'ordre biologique, sera ultérieurement vérifiée par des prises de température.

Ces faits, et ceux mis en évidence par les récentes campagnes du *de Lanessan* ([1]), nous permettent de diviser les eaux qui baignent les côtes d'Indochine, en 3 secteurs, caractérisés par les particularités thermiques suivantes : 1° *Golfe de Siam*, température sensiblement identique en profondeur (70$^m$) comme en surface, et constante toute l'année (28 à 30° C.); 2° *Cochinchine et Sud Annam*, température des eaux profondes sensiblement plus basse (23°,5 C. à 50$^m$) que celle des eaux superficielles (27 à 28° C.); pas de refroidissement hivernal sensible ; 3° *Nord Annam et Tonkin*, mêmes caractéristiques générales que la zone précédente, avec refroidissement hivernal des couches superficielles (23 à 24° C.). Telle est l'ampleur des problèmes d'océanographie physique et biologique, à la solution desquels cette méthode est susceptible de donner son concours, dans toute la zone intertropicale.

---

([1]) *Loc. cit.*

ZOOLOGIE. — *Colulus et filières non fonctionnelles chez les Aranéides.* Note (¹) de M. **J. Millot**, présentée par M. M. Caullery.

On sait que, chez la plupart des Araignées vraies écribellatées, il existe à la partie postérieure de l'abdomen un petit appendice cylindro-conique impair et médian, le colulus, situé immédiatement au-dessous des filières inférieures. En général de très petite taille, il atteint cependant un développement assez important chez certaines espèces, chez celles en particulier qui appartiennent à la famille des Sicariidés. Sa présence avait éveillé depuis longtemps l'intérêt des aranéidologues, qui avaient cherché à lui attribuer une fonction. E. Simon (²), constatant que les fils émis par les Sicariidés du genre Loxoscèle avaient l'apparence de ceux des toiles des Araignées cribellatées, avait supposé que le colulus jouait un rôle analogue à celui du cribellum. Pour vérifier cette hypothèse, j'ai entrepris de préciser la structure interne, tout à fait inconnue jusqu'ici, de l'appendice. Je me suis adressé pour cela au matériel le plus favorable, au genre Loxoscèle, dont j'ai étudié deux espèces [*L. rufescens* Dufour et *L. distincta* Lucas (³)], et au genre Scytode (*Scytodes thoracica* Latr.). Chez toutes ces Araignées, la structure du colulus s'est révélée très simple : des coupes transversales le montrent constitué de dehors en dedans par une couche de chitine portant çà et là quelques poils, doublée d'un hypoderme très aplati, à noyaux condensés, et par une cavité intérieure contenant du sang ; à la base de l'organe, on peut observer, mais de façon inconstante, quelques fibres musculaires striées. Le colulus se présente donc en somme comme un tube de chitine rempli d'hémolymphe ; cette hémolymphe n'est le siège d'aucune activité spéciale ; en particulier, il ne s'y produit aucun phénomène d'hématopoïèse ; de même, dans l'hypoderme, on ne constate aucune différenciation structurale, aucune, entre autres, qui puisse représenter un organe sensoriel. Une constitution aussi rudimentaire permet d'affirmer que le colulus n'exerce aucune fonction définie.

Cependant la signification de cet appendice me paraît pouvoir être éclairée par des observations concomitantes que j'ai faites sur les filières. L'étude comparative de l'appareil séricigène dans les différents groupes

(¹) Séance du 13 janvier 1930.

(²) *Hist. Nat. des Araignées*, Paris, 1893, p. 272.

(³) M. Fage a bien voulu mettre à ma disposition plusieurs exemplaires de cette espèce.

d'Aranéides m'a amené, en effet, à cette constatation suggestive que, si certaines filières, celles des Argiopides par exemple, sont parcourues par plus de 100 canaux vecteurs de soie, et servent en conséquence de débouché à plus de 100 glandes séricigènes, d'autres ne sont traversées que par quelques conduits ou même par un seul (filières supérieures de *Scytodes thoracica*), d'autres enfin n'en contiennent aucun; telles sont par exemple les filières supérieures des *Pholcus* et les filières moyennes des *Loxoscèles*. Il existe donc, chez les Aranéides, des filières non fonctionnelles. Or, la structure interne de telles filières se révèle identique à celle que nous avons reconnue au colulus : celui-ci ne peut être distingué d'elles sur des coupes que par sa position.

Le fait que les filières sont typiquement des organes pairs, alors que le colulus est unique et médian, pourrait seul faire hésiter à leur reconnaître la même signification. Mais on peut remarquer que l'appareil séricigène des Araignées fournit, en d'autres de ses parties, maints exemples d'une fusion d'organes pairs sur la ligne médiane. C'est ainsi que le cribellum, très généralement assimilé à une quatrième paire de filières, est formé de deux plaques, qui, suivant les cas, sont tantôt largement séparées (Œcobiides), tantôt contiguës, tantôt même soudées sur la ligne médiane (beaucoup de Dictynides, Uloborides); que, chez certaines Araignées, les filières médianes sont étroitement rapprochées, parfois même fusionnées à leur base; enfin qu'il existe de nombreux cas, où des glandes séricigènes impaires résultent de l'union de deux vésicules primitivement paires. Il n'y a donc aucune difficulté de principe à considérer le colulus, ainsi qu'y invite sa structure, comme correspondant à une paire de filières rudimentaires. Je ne crois cependant pas devoir pour cela accepter la conception de Dahl (*Sitzber. ges. Naturf. Freunde*, 1901, p. 180), pour qui le colulus proviendrait de la réduction du cribellum. Le fait que les Araignées Cribellates sont dépourvues de colulus ne saurait constituer un argument en faveur de cette opinion. Il n'y a, entre cribellum et colulus, aucune similitude de structure, et il me paraît beaucoup plus vraisemblable de considérer l'un et l'autre organe comme résultant d'une évolution, dans deux directions bien distinctes, de la quatrième paire de filières des Araignées; le cribellum continue à participer à l'émission de la soie, le colulus, nettement régressé, n'exerce plus aucune fonction.

ZOOLOGIE. — *Quelques observations sur les* Ctenoplana *des mers de Chine.* Note de M. **C. N. Dawydoff**, présentée par M. M. Caullery.

J'ai signalé ([1]), la découverte, à Nhatrang (Annam), de trois espèces nouvelles du genre *Ctenoplana*. Je donne ici le résumé de mes observations de ces animaux sur le vivant, réservant pour plus tard l'étude de leur organisation interne. Je n'ai que peu de choses à dire sur leur biologie. Il semble que, contrairement à *Cœloplana*, *Ctenoplana* soit plutôt un organisme pélagique.

Placés en aquarium, mes animaux tombent sur le fond, mais ce n'est que très rarement qu'on les voit ramper sur leur face ventrale, grâce aux mouvements de leurs cils. Ordinairement ils se fixent au substratum par leur face orale et restent immobiles pendant des heures. Une fois fixé, l'animal s'allonge parfois considérablement suivant son axe vertical (oro-aboral). La région amincie de son disque se transforme alors en une sorte de pédoncule portant la partie aborale fortement comprimée dans le plan tentaculaire. Dans cette posture (qu'on observe principalement chez *C. agnæ*), l'animal a l'aspect d'un Anthozoaire. Si l'on ne l'inquiète pas, l'animal se détache de lui-même du fond et remonte à la surface. Tandis qu'il nage, il ne reste jamais à plat, mais se plie ventralement suivant le plan tentaculaire. Alors, la région amincie de son disque se transforme en deux lobes. Il nage ainsi, le pôle aboral en avant, non seulement au moyen de ses palettes, mais encore en battant l'eau de ses deux lobes improvisés. Souvent, on le voit se suspendre à la surface de l'eau, sa face aborale tournée vers le bas. Il est alors complètement étalé, ses tentacules étendus presque au maximum et ses tentilles, parfois presque aussi longues que les tentacules eux-mêmes (*C. Duboscqui*), sont en pleine activité.

J'ai donné précédemment quelques indications sur l'appareil tentaculaire. J'en donnerai encore ici sur l'organe aboral, les organes génitaux et l'appareil respiratoire.

1° *Organe aboral* — Il comprend, comme chez tous les Cténoplanides, le statocyste et le complexe des palpes sensitifs. Chez *C. Duboscqui*, ce dernier présente une symétrie bilatérale. Il se compose de deux demi-cercles flanquant le statocyste, de chaque côté du plan tentaculaire. Mais, chez *C. agnæ* et chez *C. jurii*, sa symétrie est biradiaire et non bilatérale.

---

([1]) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 1315.

En effet, chaque groupe demi-circulaire de palpes sensitifs se trouve subdivisé en deux demi-groupes équivalents, symétriques par rapport au plan normal au plan tentaculaire. En d'autres termes il y a un groupe de palpes dans chaque quadrant. L'organe aboral de *C. Duboscqui* présente une particularité remarquable. Il est relié aux palettes natatoires par 8 sillons, très étroits, peu profonds, nettement reconnaissables grâce à leur pigmentation jaune. Bien que ces formations n'aient qu'une ciliation rudimentaire, il est évident qu'on peut les homologuer aux bandelettes ciliées des Cténophores typiques.

2° *Appareil génital.* — Willey a décrit, chez *C. Korotnewi*, des gonoductes s'ouvrant au dehors par des pores spéciaux, disposition qui a surpris les naturalistes. Je confirme pleinement les observations du zoologiste anglais. Chez *C. jurii* et *C. Duboscqui*, l'appareil génital se compose de 4 gonades (en deux paires symétriques), alternant avec les côtes méridiennes et possédant chacune un gonoducte avec pore très petit et très peu visible. Sur le vivant, des grains de pigment accompagnent ces voies génitales et les décèlent. Même, chez *C. jurii*, toute la gonade est entourée d'une gaine pigmentaire, dans le mésenchyme, tout comme chez *Cœloplana gonoctena*, d'après Krempf.

L'appareil reproducteur des *Ctenoplana* indochinoises présente la remarquable particularité suivante. Chaque massif génital, bien que ne possédant qu'un seul gonoducte, est morphologiquement double, étant fait de deux glandes juxtaposées. Il est possible qu'on ait affaire là à un dispositif hermaphrodite, l'une des glandes étant mâle, l'autre femelle. Mais je suis porté à croire plutôt à la présence de 8 glandes, jadis indépendantes et sous-méridiennes, actuellement regroupées deux à deux et, partant, déplacées. Avant de conclure, il faut attendre l'examen cytologique.

3° *Papilles respiratoires dorsales.* — Il s'agit d'une particularité externe remarquable de l'appareil gastro-vasculaire. Chez *C. agnæ* et *C. Duboscqui*, les diverticules gastriques interradiaux sont capables de refouler la paroi dorsale du disque, déterminant ainsi l'apparition sporadique — selon un rythme plus ou moins régulier — de deux paires de protubérances coniques, papilliformes, érectiles, placées entre les côtes méridiennes, dans la région aborale. Bien qu'elles ne soient pas permanentes, ces formations peuvent sans doute être homologuées aux papilles aborales des Cœloplanides, qui, selon Krempf, émanent aussi des canaux méridiens paratentaculaires et parastomacaux. Il s'agit sans doute d'organes respiratoires.

PHYSIOLOGIE. — *Pancréas et excitabilité pneumogastrique*. Note de MM. **L. Garrelon**, **D. Santenoise**, **H. Verdier** et **M. Vidacovitch**, présentée par M. Charles Richet.

En expérimentant sur un très grand nombre d'animaux, et en soumettant nos résultats à une sévère critique scientifique, nous avons pu, non seulement établir que chez le chien, le pancréas est un organe régulateur de l'excitabilité réflexe du vague, mais encore qu'il déverse dans la circulation une substance vagotonisante différente de l'insuline. En effet :

1° L'ablation totale du pancréas est toujours suivie d'une diminution considérable de l'intensité du réflexe oculo-cardiaque. Pour obtenir ce résultat, il est indispensable de ne laisser aucune trace de pancréas, une faible quantité de cet organe suffisant à maintenir l'excitabilité réflexe du vague.

2° L'injection ou la transfusion du sang de la veine pancréatique ou du sang artériel total d'un donneur vagotonique à un animal dépancréaté exagère ou fait reparaître chez le récepteur le réflexe oculo-cardiaque.

Donc le pancréas sécrète une substance vagotonisante, qui se retrouve dans le sang artériel.

Il s'agissait de savoir si ce pouvoir vagotonisant était dû à l'insuline ou à une autre substance.

En 1922, avec des extraits pancréatiques bruts, où l'insuline était accompagnée d'une masse d'impuretés, nous avions régulièrement enregistré un intense pouvoir vagotonisant, mais il n'en a plus été de même lorsque nous avons repris nos recherches avec les insulines très purifiées que l'on prépare actuellement.

Avec des échantillons provenant de purifications successives d'extraits alcooliques de pancréas et aboutissant à des insulines très purifiées, nous avons constaté l'existence d'un pouvoir vagotonisant intense dans les premiers échantillons et son absence dans les échantillons correspondant aux derniers stades de purification. Ainsi ce n'est pas par l'insuline que le pancréas agit sur l'excitabilité réflexe du vague.

On aurait pu supposer que ce pouvoir était dû à la choline ou à un de ses dérivés. Mais d'une part, nous avons obtenu une action vagotonisante intense avec des extraits pancréatiques dépourvus de choline, et d'autre part, la choline et l'acétylcholine n'accroissent pas directement l'excitabilité réflexe du vague ; il y a, au contraire, diminution du réflexe oculo-cardiaque immédiatement après l'injection de ces corps.

Le pouvoir vagotonisant n'appartient non plus aux substances hypotensives à action immédiate trouvées dans les extraits pancréatiques. Nous avons vérifié qu'à diverses doses l'extrait pancréatique préparé suivant la technique de Gley et Kisthinios n'accroît pas l'intensité du réflexe oculo-cardiaque. De plus, l'élimination des substances hypotensives par les procédés actuellement classiques ne supprime pas le pouvoir vagotonisant, bien au contraire, car l'action sur le vague n'est plus voilée ou diminuée par les impuretés. Nous avons constaté quelquefois avec ces extraits débarrassés de substances immédiatement hypotensives des chutes de pression carotidienne.

Enfin, l'injection de doses assez élevées d'insulines purifiées à des chiens nettement vagotoniques non seulement n'exagère pas le réflexe oculo-cardiaque mais au contraire est assez souvent suivie de la diminution ou de la disparition du réflexe oculo-cardiaque.

*Conclusion.* — Ainsi nous avons démontré que le pancréas exerce une action importante sur l'activité fonctionnelle du système nerveux végétatif en sécrétant et en déversant dans le sang une hormone vagotonisante différente de l'insuline.

PHARMACODYNAMIE. — *Rôle physiologique de la fonction amine tertiaire dans le noyau pyrrolidine-pipéridine. Importance de la notion d'isomérie.* Note de MM. **René Hazard** et **Michel Polonovski**, présentée par M. A. Desgrez.

Nous avons déjà montré [1] les différences qui séparent les actions physiologiques de deux isomères sans pouvoir rotatoire : le tropanol, hypotenseur et cardio-inhibiteur et le pseudotropanol, hypertenseur à action cardiovasculaire d'allure nicotinique.

Il était intéressant de rechercher ce que devenaient ces différences lorsqu'on modifiait la fonction amine tertiaire, caractéristique commune de ces deux isomères : nous avons étudié comparativement les actions cardiovasculaires des aminoxydes (azote pentavalent) et des dérivés déméthylés (azote trivalent) de ces deux composés.

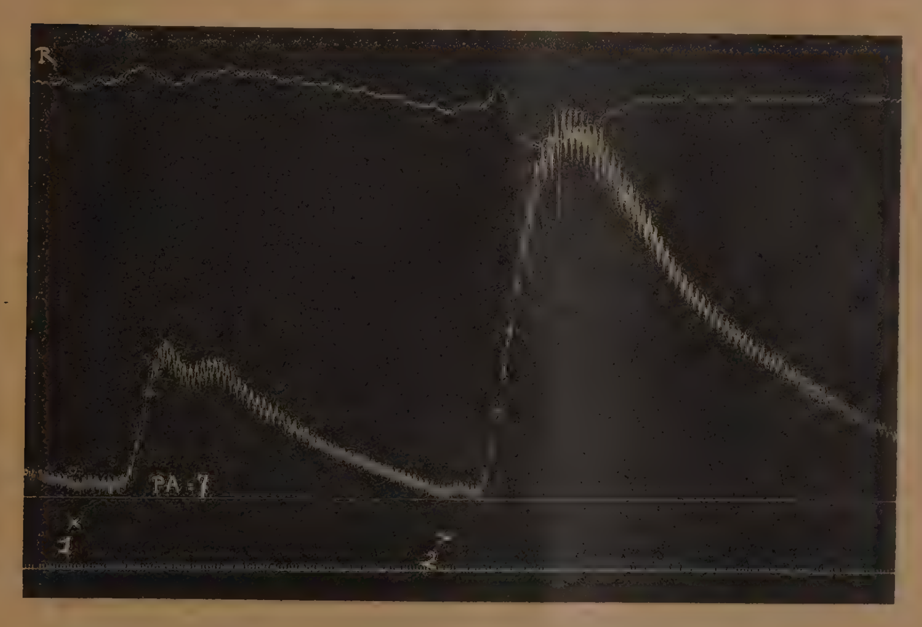
1° La fixation d'oxygène sur l'azote affaiblit également l'action de l'une et de l'autre molécule : *a.* les effets produits par le *N-oxytropanol* [2] (P. F. 238°), même à doses élevées, sont ceux d'un tropanol très

(1) Michel Polonovski et René Hazard, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1441.
(2) Max et Michel Polonovski, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1755.

atténué : la diminution d'amplitude, le ralentissement du rythme des contractions cardiaques et l'abaissement de la pression carotidienne sont ici faibles et fugaces; *b.* le *N-oxypseudotropanol* (¹) (P. F. 229°) laisse inchangés le rythme et l'amplitude, et élève très faiblement la pression.

2° Il n'en est plus de même quand on fait subir à la molécule la déméthylation :

*a.* Le *nortropanol* (tropigénine) (P. F. 161-162°) se comporte comme




*Action hypertensive comparée du pseudotropanol et du norpseudotropanol après surrénalectomie.*

Chien ♀ 7$^{kg}$,100, chloralosé. L'animal, préalablement soumis à la surrénalectomie double, a reçu par la voie intraveineuse 3/10 de milligramme de sulfate d'atropine par kilogramme. De haut en bas : R = tracé oncographique du rein; PA = pression carotidienne avec repère à 7$^{cm}$ Hg. Temps en secondes. On injecte par la voie intraveineuse en (+ 1) 0$^{g}$,01 par kilogramme de pseudotropanol neutralisé; en (+ 2) 0$^{g}$,01 par kilogramme de norpseudotropanol neutralisé. (Tracé réduit de 1/3.)

un tropanol atténué : il diminue d'une manière fugace l'amplitude des contractions auriculaires, ralentit faiblement le rythme et provoque un abaissement faible et passager de la pression sanguine.

*b.* Au contraire, la déméthylation du pseudotropanol réalise un phénomène que nous avions déjà constaté pour son homologue supérieur hétéro-

(¹) MAX et MICHEL POLONOVSKI, *Bull. Soc. chimique de France*, 43, 1928, p. 364.

cyclique (¹) : le maintien et même le renforcement de l'activité de la molécule.

Qualitativement, le *norpseudotropanol* (²) exerce des effets cardiovasculaires analogues à ceux du pseudotropanol : hypertension; excitation réflexe et directe du vague cardiaque; accélération et augmentation d'amplitude après atropinisation; vasoconstriction périphérique. Il montre, pour une même dose, une action hypertensive au moins égale et beaucoup plus constante que le dérivé méthylé.

En outre, alors que le pseudotropanol voit ses effets très amoindris chez l'animal surrénalectomisé, le norpseudotropanol conserve, dans ces conditions, une activité à peu près semblable à celle qu'il exerce chez l'animal normal (voir figure ci-dessus), comme si son action était moins dépendante d'une décharge d'adrénaline dans l'organisme.

*Conclusion.* — Dans le noyau pyrrolidine-pipéridine, la transformation de la fonction amine tertiaire en fonction aminoxyde réduit également l'action cardiovasculaire des deux isomères, tropanol et pseudotropanol.

Il n'en est plus de même pour le passage à la fonction amine secondaire : si la déméthylation du tropanol, en effet, lui enlève presque toute activité sur le cœur et les vaisseaux, la déméthylation de son isomère, loin de diminuer l'efficacité de la molécule, rend ses actions plus constantes et semble lui conférer une activité cardiovasculaire propre. En somme, la déméthylation annihile l'action d'un isomère et renforce les effets de l'autre. *Ici encore se manifeste le rôle important joué par l'isomérie dans de tels composés.*

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelle réaction colorée de l'ergostérol. Différenciation de l'ergostérol et de l'ergostérol irradié.* Note de M. **R. Meesemaecker**, présentée par M. A. Desgrez.

De nombreuses réactions colorées des stérols ont été proposées. La plupart d'entre elles s'appliquent à la fois aux zoostérols et aux stérols d'origine végétale; tel est le cas des réactions de Hesse-Salkowski, de Liebermann, de Tschugaeff, etc. D'autres, parmi lesquelles on peut citer la réaction de Kahlenberg, caractérisent les cholestérines.

Enfin les dernières, et ce sont les plus rares, sont spécifiques du groupe de l'ergostérine; Tanret, Gérard et, plus récemment, Rosenheim, en ont signalé quelques-unes.

---

(¹) René Hazard et Michel Polonovski, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 822.
(²) Max et Michel Polonovski, *Bull. Soc. chimique de France*, 43, 1928, p. 364.

Pensant que le mécanisme de la réaction de Liebermann était dominé par un phénomène de déshydratation, nous avons soumis cette réaction à une étude critique, en remplaçant l'anhydride acétique par d'autres anhydrides, le chloroforme par d'autres solvants, l'acide sulfurique par d'autres déshydratants.

Si, dans la réaction de Liebermann, on remplace l'acide sulfurique par du chlorure de zinc *anhydre*, on obtient avec des stérols du groupe de l'ergostérine (stérol de l'ergot de seigle et stérol de levure) une coloration rose passant rapidement au vert émeraude. Dans les mêmes conditions, la cholestérine animale et la phytostérine du beurre de cacao ne donnent pas de coloration. L'acide abiétique et les terpènes ne donnent rien de comparable. Pour affirmer la spécificité absolue de cette nouvelle réaction, il eût été nécessaire d'essayer tous les phytostérols connus à ce jour.

*Mode opératoire*. — On dissout $1^{cg}$ d'ergostérol dans $5^{cm^3}$ de chloroforme, on additionne la solution de $2^{cm^3}$ d'anhydride acétique et d'un excès de chlorure de zinc anhydre, soit environ $2^{g}$; on agite vigoureusement par retournement du tube et on laisse déposer le chlorure de zinc. La coloration rose du liquide surnageant apparaît, vire au jaune, puis au vert franc. L'intensité de la coloration arrive à son maximum dans le vert en moins de 30 minutes. Elle est remarquablement stable et se conserve, sans aucune précaution, plusieurs jours sans altération appréciable.

*Sensibilité de la réaction*. — $\frac{1}{100}$ de milligramme d'ergostérol dissous dans $1^{cm^3}$ de chloroforme, additionné de $0^{cm^3},5$ d'anhydride acétique et d'une pincée de chlorure de zinc, donne encore une coloration rose très nette. Mais la coloration verte ne se produit pas avec des quantités d'ergostérol inférieures au $\frac{1}{10}$ de milligramme. La présence de cholestérine ne diminue en rien la sensibilité de la réaction et ses caractéristiques. La coloration se dilue aisément avec un mélange de chloroforme et d'anhydride acétique saturé de chlorure de zinc. Par contre l'addition d'eau au mélange réactionnel filtré fait disparaître la coloration verte et le chloroforme se colore en jaune. Ce chloroforme prélevé et agité à nouveau avec du chlorure de zinc se recolore au vert émeraude instantanément.

Ces phénomènes semblent vérifier notre idée initiale, de même que les expériences suivantes.

En effet le chlorure de zinc seul (sans anhydride acétique) et d'autres déshydratants tels que l'anhydride phosphorique ne sont pas sans action sur les solutions chloroformiques d'ergostérol. Ils nous ont permis de révéler l'action photochimique de la lumière et des rayons ultraviolets sur l'ergostérol.

Voici les résultats de trois groupes d'expériences :

1° Une solution chloroformique d'ergostérol *fraîchement préparée* ou *conservée à l'obscurité* donne, par simple addition de chlorure de zinc anhydre ou d'anhydride phosphorique, une coloration rose qui disparaît rapidement.

2° Dans les mêmes conditions, une solution d'ergostérol *exposée quelques jours à la lumière* donne une coloration jaune puis verte à fluorescence verte.

3° La même solution chloroformique a été irradiée (lampe à vapeurs de mercure, distance : $70^{cm}$, sous-épaisseur de $2^{cm}$) pendant des temps variables : 15 minutes, 30 minutes, 1 heure, 1 heure 30 minutes. Alors que la solution témoin donne avec le chlorure de zinc la coloration rose des solutions fraîchement préparées, les solutions irradiées présentent une coloration verte dont l'intensité semble proportionnelle aux temps d'irradiation.

*Conclusions.* — 1° L'addition d'anhydride acétique, puis de chlorure de zinc à une solution chloroformique d'ergostérol provoque la formation d'une coloration rose, puis verte, très stable, qui semble caractéristique des stérols du groupe de l'ergostérol.

2° L'addition de chlorure de zinc ou d'anhydride phosphorique seuls à une solution chloroformique d'ergostérol produit une coloration rose avec la solution récente ou conservée à l'obscurité, et une coloration verte avec les solutions exposées à la lumière du jour ou bien exposées aux radiations ultraviolettes. L'intensité de cette coloration semble proportionnelle à la durée d'exposition.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes. Les carbures d'hydrogène et les oxydes terpéniques, constituants des huiles essentielles et la fonction antioxygène.* Note de M. **L. Lutz**, présentée par M. L. Mangin.

I. *Carbures d'hydrogène.* — Poursuivant la série de recherches entreprises sur l'action antioxygène des principaux groupes de constituants des huiles essentielles, j'ai mis en œuvre un certain nombre de carbures d'hydrogène :

Carbures terpéniques ($C^{10}H^{16}$) : térébenthène, limonène;

Carbure sesquiterpénique ($C^{15}H^{24}$); caryophyllène;

Carbures aromatiques : cymène $C^6H^4 \langle {CH^3 \atop C^3H^7}$, styrolène $C^6H^5-CH=CH^2$ (aussitôt après distillation).

Les essais ont été faits en présence d'un test de réduction : bleu de méthylène (II gouttes de solution aqueuse à 0,25 pour 100 par $5^{cm^3}$ de milieu). Chaque tube était additionné de III gouttes d'émulsion aqueuse à 1 pour 100 du carbure choisi.

Les Champignons ont été : *Stereum hirsutum*, *S. purpureum* et *Coriolus versicolor* et, pour certaines expériences de contrôle : *Coriolus versicolor*, *Corticium quercinum* et *Polyporus pinicola*.

Une première série d'essais, poursuivie à l'obscurité, a donné des résultats peu nets : on a pu, il est vrai, noter une certaine action antioxygène des carbures, permettant aux ferments réducteurs de transformer le bleu de méthylène en leucobase un peu plus rapidement et surtout plus énergiquement que dans les tubes témoins sans carbures, mais cette action, assez inconstante et lente à se produire, s'est montrée très inférieure en puissance à la plupart de celles qu'on a observées dans les expériences poursuivies jusqu'ici sur d'autres antioxygènes.

Je me suis alors demandé si les radiations lumineuses ne seraient pas capables d'intervenir pour activer la fixation sur le carbure de l'oxygène résultant de l'action des oxydases fongiques.

Deux séries parallèles d'expériences ont été disposées : l'une à la lumière directe du jour, l'autre à l'obscurité.

Les résultats ont été des plus probants. Alors qu'à l'obscurité la réduction du bleu de méthylène, quoique plus rapide que dans les témoins, progressait avec lenteur, elle était, au contraire, extrêmement rapide à la lumière, à tel point que, dix jours après l'ensemencement, les tubes placés à la lumière étaient entièrement décolorés, tandis qu'à l'obscurité, la réduction n'avait pas dépassé le stade lilas.

Cette activation, par la lumière, de la réduction, se poursuit vis-à-vis des phénomènes inverses de recoloration du milieu. On a déjà observé précédemment [1] de tels phénomènes en l'absence d'antioxygènes. Dans le cas des catalyses effectuées à la lumière en présence de carbures d'hydrogène, 3 jours après la décoloration des milieux, ceux-ci commençaient à se recolorer en surface et cette recoloration gagnait en profondeur, pour faire place, 15 jours plus tard, à une nouvelle et progressive décoloration.

Pendant ce temps, les progrès de la réduction des tubes placés à l'obscurité ne se manifestaient que très lentement et aucun symptôme de recoloration n'avait encore pu être observé.

---

(1) L. Lutz, *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes. Actions réductrices* (*Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 246).

On voit ainsi l'importance des radiations lumineuses pour certaines actions antioxygènes et l'on voit également, sous leur influence, les carbures constituants des huiles essentielles dériver énergiquement sur eux-mêmes les oxydations provoquées par les ferments catalyseurs et devenir, par cela même, de véritables modérateurs des oxydations au sein des cellules végétales qui en renferment.

II. *Oxydes terpéniques.* — Devant les résultats fournis par l'étude des carbures, il était intéressant d'expérimenter les oxydes terpéniques et plus spécialement l'eucalyptol $C^{10}H^{18}O$, qui se rencontre dans un grand nombre d'huiles essentielles et qui se trouve parmi les produits d'oxydation du phellandrène.

Les essais ont été faits en présence de tests d'oxydation : gaïacol à 1 pour 100, naphtol $\alpha$ à 0,50 pour 100 (I goutte de solution ou de suspension aqueuse par $5^{cm^3}$ de milieu) ou d'un test de réduction : bleu de méthylène à 0,25 pour 100 (II gouttes par $5^{cm^3}$ de milieu). L'eucalyptol a été ajouté à la dose de I goutte d'émulsion aqueuse à 1 pour 100 par $5^{cm^3}$ de milieu. Des tubes sans eucalyptol servent de témoins.

Les Champignons ensemencés ont été : *Corticium quercinum*, *Polyporus pinicola* et *Coriolus versicolor*.

Dans aucun cas, aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité, il n'a été noté de différences appréciables entre les témoins et les tubes additionnés d'eucalyptol.

La fixation de l'oxygène sur le carbure a donc eu comme corollaire l'inertie complète de l'oxyde formé au point de vue de la fonction antioxygène.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherche du vanadium dans le sang des Ascidies.* Note de MM. **M. Azéma** et **H. Pied**, présentée par M. G. Urbain.

Henze [1] a caractérisé le vanadium dans les cellules sanguines de *Phallusia mamillata*, où il existerait, d'après cet auteur, sous forme de combinaison protéique.

D'autre part Hecht [2], signalant la présence de cet élément dans les cellules pigmentées du sang d'*Ascidia atra*, ajoutait « que, probablement,

---

(1) Henze, *Zeits. für Physiol. Ch.*, 72, 1911, p. 494-501.
(2) Hecht, *Am. J. of Physiol.*, 45, 1918, p. 157-187.

le vanadium joue un rôle catalytique dans l'activité respiratoire des ascidies ».

Il nous a paru dès lors intéressant de vérifier, par voie spectrale, les travaux de Henze sur le sang de *Phallusia mamillata* et d'étendre nos recherches à d'autres ascidies.

La présente Note concerne deux familles très différentes par leurs caractères anatomiques et la composition figurée de leur sang : les *Ascidiidæ* et les *Botryllidæ*. Nous avons étudié les espèces suivantes : *Phallusia mamillata*, *Ph. fumigata*, *Ascidia mentula* comme représentants caractéristiques de la première famille, et d'autre part *Botrylloïdes rubrum* et *Botryllus schlosseri* (variété smaragdus) pour la seconde famille.

Le sang de ces Ascidies, prélevé sur des animaux vivants, était versé dans de l'alcool bouillant, puis conservé en tubes scellés. Ce traitement provoque la formation d'un précipité assez abondant.

Pour les *Ascidiidæ* ci-dessus, le prélèvement du sang est relativement facile. Il n'en est pas de même pour les *Botryllidæ* pour lesquels, par suite de la petite taille des animaux, le sang ne peut être recueilli que par écrasement des colonies, ce qui entraîne l'introduction de fragments d'organes, et la dilution du sang par l'eau de mer contenue dans les cavités branchiales des ascidiozoïtes.

Le sang présente des couleurs très variables d'une espèce à l'autre, mais caractéristiques de l'espèce, couleurs que le traitement à l'alcool bouillant modifie instantanément dans le sens relaté par le tableau ci-dessous :

| | Couleur du sang frais. | Couleur du précipité. |
|---|---|---|
| I. *Ph. mamillata* | jaune crème | bleu foncé |
| II. *Ph. fumigata* | vert clair | brun verdâtre |
| III. *Ascidia mentula* | rouge | orangé vif |
| IV. *Botrylloïdes* | ocre foncé | brun orangé |
| V. *B. smaragdus* | bleu verdâtre | violacé |

Les précipités d'une part, après filtration et calcination; les filtrats alcooliques d'autre part, après évaporation et calcination, ont été examinés séparément par la méthode du spectre d'arc.

Pour toutes les espèces étudiées, le *vanadium* a pu être mis en évidence dans les précipités. Mais, alors que les précipités concernant les *Ascidiidæ* donnent des spectres où les raies de vanadium sont très nombreuses et très intenses, ceux correspondant aux *Botryllidæ* ne présentent que quelques

raies, extrêmement faibles, mais cependant attribuables avec certitude à cet élément ([1]).

En dehors du vanadium, les spectres indiquent, dans les précipités et les filtrats, la présence du silicium, de l'aluminium, du sodium, du magnésium et du calcium.

Le magnésium est surtout abondant dans les filtrats; le calcium l'est surtout dans les précipités et filtrats provenant des *Botryllidæ*.

Signalons, d'autre part, la présence du *titane* ([2]) et de traces d'*argent* ([3]) dans *Botryllus smaragdus* et *Botrylloïdes*, et celle du *phosphore* dans les différents précipités, à l'exception du précipité I ([4]).

De cette étude, il ressort que le vanadium existe non seulement dans le sang de *Phallusia mamillata* comme l'avait montré Henze, mais aussi dans celui de deux espèces assez différentes appartenant à la famille des *Ascidiidæ*. Nous avons pu également le mettre en évidence dans le sang des deux Botrylles les plus caractéristiques.

MICROBIOLOGIE. — *Coccus mammaires hétérogènes, leur dissociation.* Note de M. **Constantino Gorini**, présentée par M. Roux.

Dans mes précédentes recherches ([5]) sur l'hétérogénéité et la dissociation des coccus de la mamelle, j'ai envisagé tout spécialement leur action sur le lait étudiée avec des procédés particuliers, maintenant je considère leur pouvoir fermentatif ainsi que d'autres caractères physiologiques auxquels

---

([1]) Pour les *Ascidiidæ*, la quantité de sang prélevée était de 5 à $10^{cm^3}$. Dans le cas des *Botryllidæ*, le liquide obtenu (1 à $2^{cm^3}$) était constitué en grande partie par de l'eau de mer, ce qui peut expliquer la faiblesse des raies de vanadium dans les spectres des précipités correspondants.

([2]) Le titane se trouve à la fois dans les précipités et les filtrats. Sa présence dans *Phallusia fumigata* et *Ascidia mentula* est douteuse; son absence dans *Ph. mamillata* est certaine.

([3]) L'argent n'existe que dans les précipités.

([4]) Il est à noter que le précipité I, où le phosphore est absent, correspond à *Ph. mamillata* pour lequel le sang a pu être prélevé sensiblement pur. Le phosphore est par contre particulièrement abondant dans le précipité V qui provient de *Botryllus smaragdus*, où le prélèvement s'effectua dans de mauvaises conditions. Il ne serait dès lors pas surprenant que cet élément provienne de fragments d'organes, et non du sang de ces Ascidies. La remarque peut s'appliquer au titane.

([5]) *Rend. M. Inst. Lombardo, Sc. et Lett.*, **34**, 1901, p. 1279; **40**, 1907, p. 947; *Rend. M. Acc. di Lincei*, **11**, 1902, p. 159; **1**, 1925, p. 99; *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1641; **182**, 1926, p. 246; **183**, 1926, p. 250; **184**, 1927, p. 1355.

les auteurs attribuent une grande valeur pour la distinction des streptocoques.

Mes nouvelles recherches ont porté sur 65 souches provenant de mamelles saines et de mamelles malades, en parties isolées par moi-même (40), en parties reçues d'autres laboratoires (25). Je les ai cultivées sur gélose additionnée de sang et de différents hydrates de carbone (sucres, glucosides, alcools polyvalents), sur gélatine et dans le bouillon ordinaire ou additionné de bile, et j'ai examiné la température de leur développement et leur résistance à la chaleur. J'ai constaté que dans les mamelles on rencontre des coccus doués des propriétés biologiques les plus différentes, les uns saprophytes, les autres semi-parasites ou parasites, streptocoques décrits par les auteurs depuis le *Str. lactis* jusqu'au *Str. pyrogenes hemolyticus* en passant par *Str. salivarius*, *Str. fæcalis* ou *Enterococcus*, *Str. mastitis*, *Str. viridans*, etc.

Chaque type de Streptocoque peut se trouver dans les mamelles saines comme dans les mamelles malades. On rencontre souvent deux ou plusieurs types dans la même mamelle. Les types parasites prédominent dans les mamelles malades, mais on en trouve aussi dans les mamelles saines, cela se conçoit puisque les streptocoques pathogènes peuvent persister dans les mamelles guéries. Du reste la généralité des coccus mammaires, si peu nocifs qu'ils soient, doivent être considérés à cause de leur permanence dans les mamelles comme parasites ou semi-parasites. En effet, parmi les 65 souches examinées, celles à caractères saprophytes accusés étaient les plus rares. Cela ressort aussi de la manière dont ces 65 souches se comportent dans le lait. D'après mes recherches, on peut distinguer un type saprophyte propre qui acidifie fortement le lait en produisant un caillot ferme ne se dissolvant pas, et un type parasite ou semi-parasite acidifiant faiblement le lait et donnant un caillot floconneux et doué de propriété protéolytique, ce dernier type de Streptocoque nécessite parfois, pour se développer, l'addition de substances activantes. J'ai rencontré les deux types mélangés, cependant le second prédomine dans les mamelles malades.

En soumettant des souches de chaque type à la dissociation sur plaques de gélose, j'ai obtenu des colonies qui, bien qu'apparemment semblables, se comportent différemment dans le lait, dans les milieux contenant soit des hydrates de carbone, soit de la bile, ou encore sur les milieux gélatinés, ces colonies se distinguent aussi par leur résistance à la chaleur. Cela prouve que les différences physiologiques sont plus marquées que les différences morphologiques.

Nous conclurons donc que chaque souche de coccus mammaire est un

mélange en proportions inégales de types différents, dont l'action complexe dépend du type qui prend le dessus, soit parce qu'il est plus nombreux ou plus vigoureux, soit à cause de conditions locales habituelles ou occasionnelles. Ce qui explique l'inconstance que l'on observe dans les propriétés des streptocoques suivant l'âge, l'origine, les milieux de culture employés, et la façon dont ils sont stérilisés, la température d'incubation, l'acidité initiale, etc. De ces observations on peut tirer un argument en faveur de l'unicité des streptocoques, ou du moins de leur étroite parenté.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la nature de la lyse transmissible des bactéries.* Note de M. E. **Plantureux**, présentée par M. Roux.

Les expériences que nous rapportons ont été faites avec deux souches de bacilles dysentériques de Shiga, de la collection de l'Institut Pasteur d'Algérie. L'une a été isolée à Alger, il y a six ans; la deuxième provient du laboratoire de bactériologie de la Faculté de Strasbourg.

Pour nous assurer de l'absence d'éléments lytiques dans ces deux souches, des cultures de quinze et trente jours en bouillon ordinaire, pH 7,8, ont été filtrées sur bougies Chamberland $L^2$. Le filtrat obtenu a été ajouté en quantité variable ($10^{cm^3}$, $5^{cm^3}$, $2^{cm^3}$, $1^{cm^3}$) à 4 tubes de $10^{cm^3}$ de bouillon pH 7,8, ensemencés avec une goutte d'une culture sur gélose de 18 heures du même bacille de Shiga mise en suspension dans $3^{cm^3}$ de bouillon. Aucune apparence de lyse n'a pu être constatée dans les cultures en bouillon et ces cultures en bouillon, étalées sur gélose inclinée, n'ont donné lieu à la formation d'aucune plage.

Pour avoir une certitude encore plus grande d'opérer sur des bactéries pures, nous avons fait subir à ces deux souches dix passages successifs en bouillon à la limite de l'acidité tolérée et, au cours de ces passages, trois repiquages, par colonies isolées, sur gélose glucosée.

Ces précautions étant prises, on ensemence l'une de ces souches (I goutte d'une culture de 18 heures sur gélose mise en suspension dans $10^{cm^3}$ de bouillon), dans dix tubes, numérotés de 1 à 10, contenant chacun $5^{cm^3}$ de bouillon ordinaire pH = 7,3. Puis l'on ajoute I goutte ($\frac{1}{25}$ de centimètre cube) de solution normale de soude au premier tube, II gouttes au deuxième, III gouttes au troisième, etc., et l'on met à l'étuve à 37°. Si l'on repique ensuite tous les 6 ou 7 jours sur gélose inclinée ordinaire, préparée avec du bouillon pH = 7,3 (ensemencement par stries sur deux tubes sans recharger),

on constate (généralement dans les tubes ensemencés avec les n$^{os}$ 4, 5 et 6), très souvent dès le premier repiquage, presque toujours au deuxième, la présence de colonies anormales, à l'aspect givré, à bords dentelés et dont les plus différenciées rappellent un peu les colonies de bactéridie charbonneuse.

Si l'on ensemence des tubes de bouillon ordinaire (1) de pH = 7,8 avec l'une des colonies les plus différenciées, les bacilles poussent agglutinés, le milieu reste presque clair ou légèrement louche. Au bout d'une vingtaine de jours d'étuve à 37° (parfois beaucoup plus tôt), ces cultures sont filtrées et l'on ajoute des quantités variables de filtrat (10$^{cm^3}$, 5$^{cm^3}$, 2$^{cm^3}$, 1$^{cm^3}$) à quatre tubes de bouillon ordinaire de pH = 7,8, ensemencés au même moment avec une goutte d'une culture de 18 heures sur gélose de la souche originelle en suspension dans 3$^{cm^3}$ de bouillon. Cette souche originelle a été entretenue jusqu'à ce moment par repiquage hebdomadaire sur gélose ordinaire inclinée. Très souvent le filtrat est suffisamment actif pour provoquer la lyse complète dans un ou plusieurs tubes (2).

L'activité du pouvoir lytique non seulement persiste mais peut s'exalter au cours des passages (la culture lysée étant filtrée entre chaque passage), et, après six ou sept passages, il suffit parfois d'une trace de culture lysée (prélèvement au fil de platine) pour provoquer la lyse en quelques heures, d'une culture bactérienne en suspension, d'aspect bien louche (3).

Ces expériences montrent qu'il est possible, par culture en milieu très alcalin, de faire apparaître chez des souches bactériennes pures un pouvoir lytique, transmissible en série.

Cette possibilité est incompatible avec l'hypothèse que la lyse est déterminée par un micro-organisme vivant, le bactériophage, comme le pense

(1) Il est bon d'ajouter au bouillon 1 goutte de solution stérile de chlorure de calcium à 1 pour 100, par 5$^{cm^3}$, ainsi que le conseille Bordet, pour toutes les expériences destinées à l'épreuve du pouvoir lytique.

(2) Lorsque les colonies anormales sont très différenciées, on peut procéder plus rapidement. Il suffit de mettre en suspension, dans du bouillon, des cultures (en colonies isolées) de 4 à 5 jours sur gélose ordinaire inclinée et de filtrer, pour obtenir des principes lytiques.

(3) Des résultats identiques ont été obtenus avec quatre autres bacilles dysentériques (deux de Flexner, deux de Hiss) et un bacille typhique. D'autres espèces microbiennes se transforment beaucoup moins facilement et ce n'est qu'après plusieurs essais et en leur faisant subir une série de passages en milieux très alcalins qu'il nous a été possible d'obtenir des colonies lysogènes pour un bacille de la typhose aviaire et un paratyphique B.

d'Hérelle. Le terme de bactériophage (mangeur de bactéries) est donc impropre. Nous proposons de le remplacer par celui de *bactériolyte* pour désigner le principe déterminant la lyse. Ce terme, n'indiquant que l'effet produit, pourra subsister, quelles que soient les hypothèses pouvant être émises sur la nature même du principe lytique.

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Traitement des hémorragies graves de différentes formes.* Note de MM. **Arnault Tzanck** et **Jean Charrier**, présentée par M. Charles Richet.

Dans les hémorragies aiguës il faut distinguer d'une part l'hémorragie *foudroyante*, qui tue en quelques secondes, et l'hémorragie *aiguë*, du type de celles que l'on rencontre dans la pratique des accouchements, dans les blessures par projectiles intéressant les gros vaisseaux, etc. Nous avons réalisé sur les animaux ces deux types d'hémorragie et nous avons observé des différences profondes :

A. *Différences cliniques des deux sortes d'hémorragie.* — 1° L'hémorragie foudroyante est réalisée par la section de la carotide primitive du Chien. On constate dès la 40ᵉ seconde des convulsions suivies de syncope, arrêt de l'écoulement sanguin et de la respiration. La mort survient en 1 minute et demie à 2 minutes avec hyperextension des membres, dilatation pupillaire; on observe quelques inspirations agoniques.

L'hémorragie semble avoir vidé l'animal de tout son sang. En réalité la saignée n'atteint pas 70 pour 100 de la masse sanguine en raison de deux phénomènes de défense qui interviennent : la *syncope* qui arrête la circulation et la *mise en réserve des globules rouges* dans les viscères; on constate, en effet, que, dès les premières secondes de la saignée, le sang se dilue avec une très grande rapidité, comme on peut le vérifier par des numérations globulaires pratiquées de 10 en 10 secondes.

2° *L'hémorragie aiguë* mais non foudroyante, comparable aux hémorragies cliniques a été réalisée au moyen de saignées prolongées, fractionnées, ou encore par des saignées répétées correspondant au centième du poids de l'animal, suivies chaque fois de la réinjection d'une quantité équivalente du sérum dont nous voulons étudier l'efficacité.

Par exemple, chez un chien de $8^{kg}$ (dont la masse sanguine peut être évaluée à $760^{g}$) on passe (par 9 ablations successives de $80^{cm^3}$ de sang suivies chaque fois de la réinjection de $80^{cm^3}$ de sérum) de 6.800.000 à 2.150.000 de globules rouges.

Chez le Lapin nous avons pu, par ce procédé, atteindre couramment un chiffre inférieur à un million.

Les signes de la mort observés dans ces conditions rappellent ceux qu'on constate chez l'homme dans les hémorragies très graves : les phénomènes nerveux passent au second plan; les signes dominants sont la dyspnée extrême, l'angoisse, la soif d'air, l'asthénie excessivement marquée; cette agonie peut se prolonger pendant plusieurs heures.

C'est le tableau de la survie temporaire signalée par Ch. Richet et ses collaborateurs chez les animaux privés de la plus grande partie de leur masse sanguine et réinjectés avec les divers sérums susceptibles de provoquer le rétablissement momentané des animaux (après l'apparition des phénomènes convulsifs). Mais l'hémorragie avait dépassé 70 pour 100 de la masse sanguine et parfois atteint jusqu'à 80 et même 90 pour 100 de cette masse.

La mort par hémorragie pose donc deux problèmes très différents dont nous avons essayé de distinguer les types extrêmes.

B. *Pathogénie de la mort dans les deux sortes d'hémorragie.* — 1° Dans *l'hémorragie foudroyante* la mort semble provoquée par les accidents nerveux et la preuve en est fournie par l'expérience classique de C. Richet qui montre le rôle de l'anémie cérébrale puisque la position déclive (tête basse) de l'animal peut suffir à le ramener à la vie.

2° Dans l'agonie hémorragique des *saignées plus lentes* le rôle du système nerveux est accessoire, la position déclive reste sans influence, c'est la carence du liquide sanguin circulant qui semble déterminer les accidents tels que la dyspnée, la soif d'air et l'extinction progressive, à mesure que les échanges deviennent de plus en plus malaisés.

C. *Problèmes thérapeutiques.* — 1° Dans l'*hémorragie foudroyante* le facteur temps joue un rôle essentiel; tout dépend de la précocité de l'intervention qui rétablira la circulation cérébrale; la nature du liquide injecté importe peu, il s'agit de rétablir la masse sanguine et de diluer les globules mis en réserve dans les viscères. D'où l'efficacité très comparable des divers sérums : ils assureront, dans ces conditions, la survie définitive de l'animal.

2° Dans les *hémorragies plus lentes*, mais dépassant en quantité 80 et 90 pour 100 de la masse sanguine, tout sérum, quel qu'il soit, ne donnera lieu qu'à une survie temporaire et ne fera que prolonger l'agonie de l'animal. Seule la transfusion sera capable, dans ces conditions, de procurer la survie définitive.

En résumé on peut opposer deux expériences types :

1° L'hémorragie unique et massive : c'est le type des expériences de

Normet, et les résultats remarquables qu'il signale peuvent être obtenus avec tout autre sérum.

Ce type d'hémorragie est relativement rare en clinique; d'autre part l'injection de sérum ne doit être pratiquée qu'à la *condition expresse que l'hémostase soit assurée* au préalable, sinon cette injection de sérum va à l'encontre de la syncope salutaire et vide le sujet de ses globules restants.

2° L'hémorragie plus lente ou fractionnée qui peut supprimer jusqu'à 90 pour 100 de la masse sanguine (c'est le type même des expériences de Ch. Richet, Brodin et Saint-Girons). La transfusion sanguine seule peut, dans ces conditions, procurer la survie définitive de l'animal, alors que tout sérum ne donnera lieu qu'à une survie temporaire.

La séance est levée à $16^h 30^m$.

E. P.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 30 décembre 1929.)

Note de M. *Th. Vautier*, Dissipation de l'énergie transportée par une onde aérienne :

Page 1255, ligne 19, *au lieu de* $n - l$ réflexions, *lire* $n + 1$ réflexions; ligne 21, *au lieu de* $S_n = S_0 \psi^{n-l} e^{-\sigma \mathcal{L}}$, *lire* $S_n = S_0 \psi^{n-1} e^{-\sigma \mathcal{L}}$; ligne 32, *au lieu de* $\sigma = 2,2.16^{-7}$, *lire* $\sigma = 2,2.16^{-7}$.

(Séance du 13 janvier 1930.)

Note de MM. *Ch. Fabry* et *E. Dureuil*, Sur une prétendue transformation du plomb par l'effet du rayonnement solaire :

Page 91, lignes 2 et 7, *au lieu de* DUBREUIL, *lire* DUREUIL.